

PÓTFÜZETEK  
A  
TERMÉSZETTUDOMÁNYI  
KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

KIADJA

A K. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

SZERKESZTIK :

SZILY KÁLMÁN, LENGYEL BÉLA ÉS PASZLAVSZKY JÓZSEF.

I—IV. PÓTFÜZET.

AZ 1888. ÉVI XX. KÖTETHEZ.

---

BUDAPEST.

KIR. MAGY. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT.

(Budapest, V., Eötvös-tér 1. szám).

1888.





# TARTALOMJEGYZÉK.

## NAGYOBB CZIKKEK.

- GERSTER E. MIKLÓS. A kátrányfestékekről. 165.  
GYÖRY ISTVÁN. A folyós szénsavról és a gázok megsűrítéséről (6 ábrával). 63.  
HANKÓ VILMOS. Az alkaloidok synthesise. 157.  
HELLER ÁGOST. Megemlékezés Kirchhoffról (arczképpel). 23.  
KLUPATHY JENŐ. Fizikai kísérletek hajdan és most. 14.  
LENGYEL BÉLA. Egy robbanás története. 133.  
PASZLAUSZKY JÓZSEF. A magas hegyek életéről (10 képpel). 97.  
PAVLIČEK SÁNDOR. Az élelmi szerek hamisításáról. 145.  
SZABÓ JÓZSEF. A Budapesti ásványtani intézet története (1 képpel). 1., 49.  
THAN KÁROLY. A molekula-súlyok térfogatának egységéről. 129.

## KISEBB CZIKKEK.

Bartонiek Géza, Borbás Vincze, Entz Géza, Gállik István, Heller Ágost, Hőgyes Endre, Ilosvay Lajos, Kardos Károly, Lőte József, Mágócsy-Dietz Sándor, Neumann Zsigmond, Nuricsán József, Pachinger Alajos, Parragh Gedeon, Ráth Arnold, Schilberszky Károly, Schmidt Ágoston, Szily Kálmán, Tausz Ferencz és Winkler Lajostól.

## TÁRGYJEGYZÉK.

I. A fizika köréből: Fizikai kísérletek hajdan és most. 14. — Megemlékezés Kirchhoffról. 23. — A mechanikai tudományok bizonyosságáról. 33. — Az elektromosság újabb mértékegységei. 35. — A nehézkedés állandója. 38. — Kísérletek rugalmas testek ütközéséről. 38. — A dilatancziáról. 38. — A domború tükrök árnyékképei. 39. — A lencse formulájáról. 40. — A fény továbbterjedő sebességéről. 41. — A fizikai kutatás mai iránya. 76. — Fizikai készülékek (3 ábrával). 78. — A fénysebesség jelentése az elektrodinamikában. 80. — A százados perturbációk kísérleti utánzása (7 ábrával.) 137. — Az elektromos vízbontó-készülék mint időmérő (1 ábrával). 139. — A König- és a Kundt-féle manométer módosítása (3 ábrával). 140. — A folyadékok belső áramlásáról. 171. — Az Abbe-féle világító készülékről és az apochromatikus lencséről. (3 ábrával). 174.

**II. A chemia köréből:** A nitrogén és oxigén térfogatának közelítő meghatározása a levegőben (ábrával). 41. — A vízgőz eudiométeres meghatározása (ábrával). 42. — Új laboratóriumi csiptető (ábrával). 44. — Vízpárák hatása a kénsavra. 45. — A folyós szénsavról és a gázok megsűrítéséről (6 ábrával). 63. — A germániumról. 81. — A molekula-súlyok térfogatának egységéről. 129. — Egy robbanás története. 133. — A hidrogénchlorid (sósav) synthesise és dissociója (1 ábrával). 142. — A hidrogénchlorid (sósav) felbontása nátrium-amalgammal (1 ábrával). 143. — Az élelmiszerek hamisításáról. 145. — Az alkaloidok synthesise. 157. — A kátrányfestékekről. 165. — A vízben feloldott oxigén meghatározása (3 ábrával). 178.

**III. Az élettan köréből:** Adat a szerzett sajátságok átöröklésére. 46. — Az öröklékenység kérdéséhez. 46. — A melegség megérzésére szükséges időről. 47. — A sör diuretikus hatásáról. 47. — A szem reczehártyája elemeinek mozgásairól fénybehatás alatt. 48. — Megöröködött nikotin-mérgezés. 48. — A vér fajsúlyának változásairól egészséges embernél. 48. — A halméregéről. 84. — Az alkaloidok hatása a növény- és állatvilágban. 85. — Kék kenyér. 85. — A szervezet kimosása mérgezéseknél. 86. — Az idegek kifáradásának kérdéséhez. 144. — A hideg hatása az élő szervezetre. 144.

**IV. Az állattan köréből:** A fejcsigolya-elmélet régebbi és mai állása. 86. — A magas hegyek életéről (10 képpel). 97. — A *Bothryocephalus latus* ideiglenes gazdáiról. 184. — A izeltlábuak »Protracheata« osztálya. 186.

**V. A növénytan köréből:** A növények chemotaktikai helyváltoztató mozgásai. 89. — *Primula Benkőiana*. 95. — A magas hegyek életéről. 97. — Egy hazai szegfű prioritásának védelme. 188. — A hüvelyes növények gyökércsomóiról. 189. — Glikogén a gombákban. 191. — Szerves savak képződése a növekedő növényrészekben.

**Megjegyzés.** A betűrendes tartalom a Természettudományi Közlöny XX-ik kötetének tárgymutatójába lesz beosztva.

Megjelenik minden-  
évnegyed 1-ső napján  
3 nagy nyolczadrét  
írvnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉV NEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 1 frt  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettudom. Köz-  
lönnel együtt, 6 frt.

XX. KÖTETHEZ.

1888. JANUÁRIUS.

1-ső PÓTFÜZET.

### A BUDAPESTI ÁSVÁNYTANI INTÉZET SZÁZADOS TÖRTÉNETE ÉS JELEN ÁLLAPOTA.\*

Miután a budapesti egyetemi Ásványtani Intézet fennállása második századának kezdetén, a kiállott hányattatások után, elvégre olyan állapotba jutott, hogy benne, úgy a helyiségeket, mint a berendezést és az anyagot illetőleg, a leíró természettudományok ezen ága a mai követelményeknek megfelelőleg tanítható és művelhető, kedves kötelességemnek ismerem én, kit az ásványországhoz és ezen intézethez benső és huzamos vonzalom fűz, azt ünnepiesen bemutatni.

Az ünnepies bemutatásnak három fázisát különböztetem meg, melyek chronológiai rendben így sorakoznak: az első házias jellegű volt a tanítványaim előtt, midőn a legelső előadást e falak között tartottam (1886. május 4-én); a második hódolati bemutatás volt, midőn Ő Felsége a király azon épületet, melynek létesítésére jóváhagyását adta, a létrehozás eszközlője, a Vallás- és Köznevelési miniszter úr kérésére legmagasabb látogatásával megtisztelni kegyeskedett (1886. november 25.); a harmadik s befejező része az ünnepies bemutatásnak az egész művelt s ezen tudomány iránt is érdeklődő közönségnek a mai. Ez pedig nem történhetik megelőbben, mint a K. M. Természettudományi Társulat előtt, melynek tagjai tiszteletet gerjesztő számban vannak s melynek Természettudományi Estélyei iránt is oly örvendetes az érdeklődés.

Ha ma, mint az edinburgi egyetemnek háromszázados ünnepén (1884) felavatott tiszteletbeli doktora, külsőleg is a régi időre emlékeztetve jelenek meg, abban is találja okadatolását, hogy régi időkbe megyünk vissza, mert az egyetemi ásványtani intézet jelen állapotát kellőleg érteni nem lehetne a nélkül, hogy az egymásba fogódzó korszakaiban visszafelé egész a kezdetig ne mennénk.

A történelem följegyzí, hogy minő fontos országos eseménynek tartatott a Mária Teréziától alapított egyetem megnyitása. Szabad-

\* A Tud. Egyetem Ásványtani Intézetében 1887. november 4-én tartott előadás.



jon itt a rektori helyiségben őrzött két képre irányozni a figyelmet, melyeket az egyetem ünnepies felavatásáról 1780-ban szabadkézi rajzban készített a bécsi rajz- és rézmetsző-akadémia hírneves igazgatója, Schmutzer Jakab, ki ezen alkalomra Budára jött.<sup>1)</sup> Az egyik mutatja a felvonulást, melynek nagyszerűsége valóban olyan volt, hogy azt az utolsó koronázásához lehet hasonlítani. A másikon látható a »senatus magistratusque academicus«, részben az akkori egyetemi díszöltönyben, mit az illetők számára az egyetem csináltatott, és ennek megfelelőleg, minthogy II. József császár alatt, Sonnenfels tanácsára azon oknál fogva, hogy még ez se emlékeztessen az eltörölt jezsuitaszerzetre, ezen öltönyöket is megszüntetvén, hivatalosan eladták s a bejött pénzt a közpénztárba szolgáltatták.<sup>2)</sup>

Egyetemünk alapításának külső ünneplése, mondhatom, arányban állott az ásványtani gyűjteményt illető intézkedésekkel; hogy azonban jobb áttekintettel szólhassak ásványintézetünk százados történetéről, négy korszakot állítok fel.

I. Korszak 1780—1811. Tanárok: Piller, Schönbauer, Schuster.

II. Korszak 1812—1849. Tanár: Reisinger.

III. Korszak 1850—1885. Tanárok: Szabó, Peters, Szabó.

IV. Korszak 1886—. A jelen állapot.

### I. Korszak 1780—1811.

#### *A gyűjtemények gyarapodása.*

A budai egyetemre az előkészületek, az ásványtani szakot illetőleg, 1774-re vezetendők vissza. Ez évben irattak ki a pályázatok a tanszékekre s köztök az akkoriban a bölcsészeti karhoz tartozó »Historia Naturalis specialis« tanszékére is Nagy-Szombatban. Csak egy folyamodó volt: Admodum Reverendus Dominus Mathias Piller, Ph. Dr. Bécsből, hol a Teréziánumban e szakot tanította, ki

<sup>1)</sup> Schauer apát képgyűjteményéből megszerezte Markovics tanácsos, volt egyetemi tanár s két ízben rektor, és az Egyetemnek ajándékozta 1828-ban azon feltétel mellett, hogy az egyetemi tanács termében felfüggesztve őriztessenek. Egyik ábrázolja a felvonulást Budára 1780. június 25-én, melynek két főszemélye, gróf Pálffy Károly mint királyi biztos, és vele együtt báró Patachich Ádám, kalocsai érsek, mint a »Senatus Academicus« elnöke. Másikon van a budai mostani királyi palota dísztermében az egyetem ünnepies felavatása, a mi a felvonulás után nyomban következett. Gróf Pálffy külön emelvényen ül. Jobbról van a »Senatus Academicus«, balról a »Magistratus Academicus« és a tanárok. Az ezektől elfoglalt hely közepén egy udvari titkár az alapítási okiratokat olvassa fel.

<sup>2)</sup> Jelenleg a monarchiában csak egy egyetem van, hol az »epomis«-t ma is viselik és csaknem egészen azon szabásban, bársonyból készítve, mint Schmutzer képe mutatja; ez a krakói, mely II. József császár alatt nem tartozott Ausztriához.

meg is választatott.<sup>3)</sup> Pillernek volt magának tekintélyes gyűjteménye a természet mind a három országából s a tanításnál ezt használta. Nagy-Szombatból Budára is áthozta, s megvételre följajánlotta, azon megjegyzés mellett, hogy a többszörös példányokból más intézeteket lehetne ellátni.

Az Egyetem ünnepies megnyitása évében 5 hónapra utánna Mária Terézia meghalt, s ime a következő évben (1781) II. József császár első gondoljai közé tartozott annak elrendelése, hogy az Egyetem számára Mária Anna főhercegasszonynak, az ő legkedvesebb nővérének gyűjteménye megvételessék 25,000 forintért. Piller felszólíttatik, hogy személyesen menjen Bécsbe a gyűjtemény átvételére és leszállítására Budára hajón; ugyanegyütt meghagyatik, hogy Piller gyűjteményének megvétele iránt is történjék fölterjesztés. Piller Budára és nem sokára Pestre szállította át a gyűjteményeket, hol még az a változás is történt, hogy a tanszék az orvosi karhoz tétetett át 1785 ben, hol azután 1850-ig folyvást megmaradt. Megbízatása másik részének, hogy t. i. tárgyaiból mi kellene az egyetemi gyűjtemény kiegészítéséhez és mi lehetne akademiákhoz és gimnáziumokhoz, 1788-ban bekövetkezett halála miatt nem tehetett eleget. Előmunkálatának azonban kellett lenni, mert már 1792-ben Grácban nyomtatásban jelent meg a gyűjteményének gondosan és szakavatottan taglalt katalógusa.<sup>4)</sup>

Utódja Dr. Schönbauer József (1792—1807), prágai tanár lett,<sup>5)</sup> ki azonban azon vette magát észre, hogy a Piller örökösök az egyetemi múzeumba befészkeltek magukat azon ürügy alatt, hogy az elhúnytnak gyűjteményét az egyetemtől szétválasszák s ezt megtévén, a Piller-gyűjtemény ládáit lepecsételték, annak használatát a tanításnál nem engedték, kivéve az állattani gyűjtemény egy részét, melyre egyéb tanítási tárgy általában nem volt. Egyidejűleg egy felületes katalógust adtak át az Egyetemnek 1789-ben, mint az egyetemi gyűjtemény, tehát szorosan a Marianna-gyűjtemény

<sup>3)</sup> Született 1733. Grácban, meghalt 1788. Pesten. Jezsuita volt a rend eltörléseig (1773), azután világi pap Stiriában. — Munkái »Elementa historiae naturalis, Tyrnaviae 1775. 3-ik kiadás Budae et Tyrnaviae 1781«. »Iter per Poseganam provinciam cum Ludovico Mitterpacher. Budae 1783«.

<sup>4)</sup> Collectio Naturalium, quae e triplici regno minerali, animali et vegetabili undequaque completa post obitum A. R. ac doctissimi Domini M. Piller, in celeberrima Universitate hungarica Pestinensi Historiae naturalis Professoris publici et ordinarii reperta est. Graecii 1792. Sadler könyveivel került egy példány belőle az Egyetem könyvtárába. Az ásványtani intézetben nincs meg.

<sup>5)</sup> Született 1757-ben Csehországban, meghalt 1807-ben Pesten. A hazai ornithológiát és az ásványtant irodalmilag művelte. »Neue analytische Methode, die Mineralien und ihre Bestandtheile richtig zu bestimmen. I. Theil Ofen. II. Theil Wien 1809.«

katalógusát, melynek átvételét Winterl bizonyítja, mint az orvosi kar dékánja, valamint Mitterpacher. Schönbauer tehát a Marianna mineralógiai gyűjteményt használta előadásainál, de másrészt felszólítást kapott a Piller-gyűjtemény becslése iránt, mit az örökösök is sürgettek.

Schönbauer kinyilatkoztatta, hogy a Marianna-gyűjtemény eredeti katalógusait nem kapta meg a Piller örökösöktől; azt a mit ezek átadtak, nem használhatja. Eme jelentés következtében Bécsből, az udvari irattárból leküldötték az ottani példányt s azt itt lemásolták két jó vaskos kötetben. Azonban most meg erre a katalógusra nézve tette Schönbauer a megjegyzést, hogy nem tekintheti az egyetemi gyűjtemény katalógusának, mert sok tárgy nincs meg a gyűjteményben, másrészt több van, a mi a katalógusban hiányzik. E jelentést II. József császár felháborodással vette s elhalt nővére főudvarmesterétől szerzett felvilágosítás után meghagyta, hogy a Piller-gyűjteményt nézzék át, hogy a hiányzó darabok nem jöttek-e abba. A gyanút növeli, hogy a Marianna-gyűjtemény 13 folió kötetnyi katalógusa, mely a főhercegasszony számára volt írva, angol kötéssel, arany széllel, a táblán monogrammal, hercegi kalappal s a mely a gyűjteménnyel együtt Budára jött, elveszett.

A Piller-gyűjteményről, úgy látszik, két katalógus készült: első az örökösök részéről Estner apát állította össze s aláírta Schönbauer és Mitterpacher; a második a Helytartó-tanács kiküldötte, báró Podmaniczky tanácsos elnöksége alatt, Schönbauer tanár műve, ki azt adjunktusa és két tanítványával a bemutatott kötetben összeírta; ezt aláírta még Mulser, az örökösök megbízottja és Mitterpacher. A 4 aláíró úr egyikének sem jutott eszébe az ilyenkor követni szokott főszabály: hogy az aláírás keltét kitegyék. Schönbauer azonban kívánta a becslés végett még három szakember hozzájárulását u. m. Bécsből Jaquin-ét, Jonas-ét és Selmeczről Patzier-ét. Ezek a Piller-gyűjteményt 18,967 frtra becsülték<sup>6)</sup> azon kijelentéssel, hogy ha most kellene beszerezni, háromszor annyiba is kerülne. A Piller örökösök, első fellépésök alkalmával, 35,000 frtot kértek; a dolog két éven túl húzódván, újra folyamodtak s ekkor már 50,000 frtot követeltek. A Felső, tekintve a kötelezettséget, mellyel az egyetem ezen gyűjtemény iránt tartozott, annak megvételét 20,000 frton elhatározta 1800-ban, és a gyűjtemény a következő évben (1801) be is kebeleztetett. Az egyetemi tanács kijelentette: hogy ha e két gyűjtemény egyesítettik, akkor a pesti egyetem ásványtani gyűjteményének párja nem lesz Európa semmi más egyetemén.

<sup>6)</sup> A növénytani rész 630 frt, az állattani 2004 frt, az ásványtani 16,332 frt. Az ásványpéldányok száma 11,116. A gyűjtemény tehát nagynak mondható.



Eme két nagy gyűjteményhez még kisebb gyűjtemények is járultak: ilyen az Alexandra Paulovna gyűjtemény; ilyenek a bányahivataloktól, felsőbb meghagyás útján, küldött sorozatok és végre egyéb forrásokból az Egyetemhez került példányok.

Schönbauer halála (1807) után a tanszék egy évig (1808) szünetelt; 1809-ben betöltetett M. Dr. Schuster József-fel,<sup>7)</sup> ki 1808-ban Kolosvárt tanította a liczeumban a *Historiā Naturalist* és a metallurgiát s onnét folyamodására a pesti egyetemhez neveztetett ki. E tanszéket csak két évig látta el, mert azután az egyetemenél a chemiának lett igen népszerű tanára.

Schuster e két évet elismerésre méltó módon szentelte szakának. Nála látjuk az első nyomát a valódi múzeumi kezelésnek. Feladatul tűzte ki, először rendet hozni s azt biztosítani. Ennek elérésére, helyesen gondolkodva, egy katalógust tartott szükségesnek, a melyben mindaz bejegyeztetik, a mi tényleg megvan, minthogy a meglevő részletes katalógusok leg többjéről az állítattott, hogy nem megbízhatók.

Schuster egy nagy folió munkába írta össze a »Catalogus revisionalist«, mely szerint az egyetemi ásványtani gyűjtemény akkor, 1811-ben a következő tételekből állott:

|                                    |             |        |
|------------------------------------|-------------|--------|
| Marianna-gyűjtemény ásványai . . . | 7341        |        |
| Csiszolt kövei . . . . .           | <u>2639</u> | 9,980  |
| Piller-gyűjtemény ásványai . . . . |             | 11,540 |
| Alexandra Paulovna gyűjteménye .   |             | 818    |
| Bányahivatalok küldeménye . . .    |             | 3,229  |
| Egyéb módon tett szerzések . . .   |             | 672    |

Ebből látjuk, hogy az I-ső korszakot méltán a gyűjteménygyarapodás korszakának mondhatjuk; mert 26,239 példányból álló ásványgyűjtemény, melyért, azon háborús nehéz időkben enyhének mondott becsár alapján, 45,000 forintot adtak ki, minden esetre tekintélyes gyűjteménynek mondható.

Mielőtt ezen első korszaktól megválnánk, a fő gyűjtemények megismertetéséről szükségesnek tartom elmondani azt, a mi becsökre nézve következtetést enged vonni.

*Marianna-gyűjtemény.* Marianna főherczegasszony, Mária Teréziának legidősebb leánya volt a felnőttek között. Született 1738-ban, meghalt 1789-ben. Mária Terézia leányai mind szépek voltak; ennek arczában is volt báj, de különben testileg mostohán látta el a ter-

<sup>7)</sup> Született Pécsen 1777-ben, orvos-doktor lett 1804/5. Járt németországi egyetemeken. Schuster korában a chemia tanára egyszersmind a botanikát is előadta, mi 1817-ig volt így; ekkor választatott el először, és Haberle volt az első tanár, ki e szakkal egymagával foglalkozott.

mészet: kinőtt volt és beteges, lelkileg ellenben kitűnő tulajdonságokkal bírt s különös előszeretettel viseltetett a tárgyak gyűjtése iránt. Összegyűjtötte például azon érmeket, melyek Mária Terézia uralkodása alatt verettek; szép rajzokkal egy folió kötetben leírta s anyjának ajánlotta 1774-ben. A mintegy 238 érmet felölelő gyűjtemény a császári érem- és régiségtárban ma is megvan.<sup>8)</sup> Lehet-e feltűnő, hogy a természeti tárgyak s különösen az ásványok gyűjtésére is reáadta magát, ha meggondoljuk, hogy atyjának is ez volt a szenvedélye, hogy éppen e korba esik Bécsben az udvari ásványtani kabinet megalakítása Lotharingiai Ferencztől, sőt mikor az ásványgyűjtés a magasabb körökben némileg divattá is vált. Marianna főherczegasszony főudvarmestere tette a megrendeléseket Európa csaknem minden országában; a beküldött tárgyak még akkor a legkülönbélebb triviális nevekkal érkeztek be s azoknak helyes nevet kellett adni s a gyűjteménybe beilleszteni. Ezt nem csekélyebb ember tette, mint Born, azon időtájt Ausztriában az ásványtan terén a legjelesebb szakember, kit Mária Terézia Prágából, hol a bányászati és pénzverési igazgatóságnál ülnök volt, Bécsbe hítt meg az udvari kabinetben az ásványok rendezésére és leírására.<sup>9)</sup> Born azután állandóan Bécsben maradt s mint udvari tanácsos jeles tagja volt az udvari kamarának a pénz- és bányáügyekben. A főherczegasszony gyűjteményei számára egy irnok is volt felvéve, ki Born felügyelete és vezetése mellett a katalógust szerkesztette s a múzeumi gondozás teendőit végezte. Gróf Enzenberg főudvarmester egy fennmaradt leveléből az vehető ki, hogy olykor még Born komornyikának ura mellett szerzett jártassága is

<sup>8)</sup> Címe »Sammlung der unter glorreicher Regierung der Kaiserin Königin Maria Theresia bishero geprägten Denkmünzen«. A német és francia nyelven írt munka ajánló szavai »Glücklich würde ich mich schätzen, wann Euer Mayestät meinen Eifer als ein wahres Kennzeichen meiner tiefsten verehrung und zärtlichen kindlichen liebe anzusehen allernüchternst geruhen wollten«.

<sup>9)</sup> Born Ignác (Edler von) született 1742-ben Gyulafehérvárott Erdélyben, meghalt 1791-ben Bécsben. Első tanulmányát Szebenben tette, onnét Bécsbe ment, hol a jezsuitáknál tanult, sőt jezsuita lett, de csak 16 hónapig, azután kilépett. Prágába ment, ott magát a természettudományokra adta; azután utazott Németországban, Franciaországban, Hollandiában s Magyarországon. Ezen utóbbira vonatkozó munkája: »Briefe über mineralogische Gegenstände auf einer Reise durch das Temesvárer Banat, Siebenbürgen, Ober- und Nieder-Ungarn. Frankfurt und Leipzig 1774.« Az amalgamálás alkalmazásáról a bányászatban korszakos munkát írt, de kitűnt épen úgy sokoldalú jártassága, mint elméssége által is. Ezen utóbbi képességére vall egy álnév (Joannes Physiophilus) alatt kiadott munkája »Specimen monachologiae, methodo Linnaeana 1783« Bécs, mint szatíra a szerzetes rendekre. Németre fordították »Ignaz Loyola Kutenpeitscher« cím alatt. München. 1784. Lefordították angolra és francziára. Roppant hatása arra birta Migazzi bibornokot, hogy II. József császárt megkérje eme »borzasztó irat« elnyomására.

igénybe volt véve a nagyra nőtt, de egyszersmind folyvást tökéletesített gyűjtemény kezelése körül.

Midőn a főherczegasszony magát elhatározta, hogy kedves gyűjteményétől megvál, 43 éves volt, s ezen tettének oka főleg abban található, hogy felséges anyját elvesztvén, kolostorba kívánczozott. Ugyanazon évben (1781) Klagenfurtba ment az Erzsébetnének zárdájába fejedelemasszonynak<sup>10)</sup> s mint ilyen halt meg 1789-ben. Ebből kivehető, hogy gyűjteményét tán két tizeden át ápolta s tökéletesítette. Az utolsó küldemény már az egyetem számára történt átadás idejében érkezvén, az a declaratio-levéllel együtt küldetett le, s becses ereklje az ásványtani intézet régi katalógusai között. A küldemény Párizsból jött a Mont-Martre-hegyi gipsz-bányából, melynek minden rétegéből van példány és különösen sok gipsz-ös csontokkal. A cím »Déclaration de la Caisse pour S. A. R. Madame l'Archiduchesse Marie Anne, Soeur de l'Empereur à Vienne«.

Még akkor Cuvier csak foglalkozott, de nem készült volt el azon halhatatlan munkájával, melyet éppen eme gipszbánya-ös emlékeinek csontjai alapján dolgozott ki. Vagy két darabot e gyűjteményből valónak tartok ma is.

A fő tájékozást a Marianna-gyűjteményről azonban a leíró katalógus adja. Abban az akkori szokás szerint az ásvány anyaga még az alchimisták idejéből fenmaradt simbolumokkal volt kifejezve (az arany a nap, az ezüst a félhold jelével stb.), de megvolt a szokásos neve, a lelőhelye és nem ritkán előfordulásának körülményei. Szóval látni, hogy szakértelemmel kezelt és gondozott gyűjtemény volt.

A tárgyakat illetőleg, néhol mintha atyjának közreműködése látszanék, mintha némely becses tárgy egy példánya az atya, másik a leánya gyűjteményébe jött volna; ilyen a Calcit átalakulat a bemutatott nagyszerű példányban, Offenbányáról Erdélyben. Ebből én csak a bécsi udvari ásványkabinetben ismerek egy hasonló, de tán valamivel kisebb példányt. Peters tanártól egy ásványkereskedő meg akarta venni 500 frtért; a tanár azt felelte, hogy 1000 frtért sem adja. A Tabor mellett leesett meteórkőpéldány Bécsben az ottani nagyszerű meteorit-gyűjteményben csak valamivel nagyobb, mint a miénk a Marianna-gyűjteményből. Szép nagy Pallas-meteórvas is díszíti e gyűjteményt. Hogy minden küldeményt előkelő

<sup>10)</sup> Anyját igen szerette s ez viszont. Már 1766-ban Bécsben fel volt avatva fejedelem-asszonynak Prágába, de anyja szabadságára hagyta az elhatározást: mellette maradni Bécsben, vagy Prágába menni. Bécsben maradt anyja haláláig s ezen eseményről, miként Arneth, ki szíves volt levélben némely adatot megküldeni, ugyanegyütt megjegyzi, hogy senki sem írt oly szépen, mint Marianna főherczegasszony, úgy hogy ő Mária Teréziáról a 10-ik kötetben ezen eseménynél alapúl a Marianna-féle följegyzéseket veszi.



módon rendeltek meg és küldtek be, arra az eichstädti márgapalabányákból való sorozatot mutatom be. A példányok egyenlő nagyságu táblákban, jellemző kövületekkel s ezeknél legtöbbször úgy a kinyomat mint a benyomat megvan. A fajok között még egy pterodactylus sem hiányzik, a mi Meyer monografiájában mint *Pterodactylus micronix*, de hozzátéve némely sajátsága miatt »das Pester Exemplar« szerepel. Egy ilyen ritkaságnak mai ára 5—6 száz forint. A carrarai bányák példánysorozata is oly előkelő, hogy egyrészt tanít, másrészt ékit is minden darabja. Csiszolva és arany írással van el látva; megmondva a szokásos neve: »Statuario fino«, »Ordinario chiaro«, »Venato d'Inghilterra« stb. Hogy ezen anyag alkalmazását is láthassa a főherczegasszony, olasz művészekről kedves szobrocskákat rendeltek meg, melyekből eme két példány, melyet bemutatni szerencsém van, bármely műintézet gyűjteményének is díszére válnék. Gyűjteménye dekoratív részéből még e fluorit-vázákat és obeliszket mutatom be. Azon időtájt Angliában a derbyshire-i bányák nagyban szolgáltatták a szép aggregát kiképződésű fluoritot, melyből ilyen dísz tárgyakat készíthettek, de a bánya kimerült. Most ilyen tárgyak csak a műrégiségek között találhatók. Nem is lett volna teljes egy főherczegasszony gyűjteménye és Born az alkalmazott mineralógiai »chic« ellen vétett volna, ha nem ajánlotta volna, hogy szerezzene meg egy példány khínai szörnyet, hiszen a mult században ilyennek az angol lady-k csecsebecségei közül nem volt szabad hiányzani. A ki Bulwer Pelham-ját olvasta, fogalmat kap az ilyen »China-monstre« szerepléséről. Mineralógiai becse nem jelentéktelen, mert az ily nagy darab agalmatolít, ilyen szép áttetszőséggel nem mindennapi. A talapzat közönséges serpentin. A Khínából szerzett második tárgy nem annyira felöltő első tekintetre, de becses a szakértő előtt. Ez egy csiszolt márvány, közepén egy orthocerassal, mely körül khínai írás van. E példány mutatja, hogy Khína azon táján a Silur geológiai korszak képviselve van.

Szabadjon a Marianna-gyűjteménynek még egy magyarhoni »unikumát« felemlíteni. Ez a Halics mellett talált fosszil főkának egyik hátsó végtagja; hozzá hasonlítható azóta sem fordult elő. E példány a kövületek között volt, s annak gyönyörű megtartási állapotát Langer tanár kollegám látva, 1851-ben kissé kipraeparálta; az ő utódja, Brühl tanár pedig mint *Phoca halitsiensis* leírta, sőt gipszöntvényekkel többszörösítve, más kiváló intézeteknek is juttatott belőle. E példány azóta az egyetemi zoológiai intézetben őriztetik.

Szóval a Marianna-gyűjtemény minden ízében kiváló gyűjtemény s jelenleg példányainak becsét sokszor még jelentékenyen emeli az is, hogy százados előfordulást képviselnek.

*Piller-gyűjtemény.* Hogy mi módon szerezte össze Piller Mátyás tanár azt a nagy gyűjteményt, mely az ő neve alatt jött az egyetemhez, feljegyezve nem találom. Az egyetemi iratok között nincs katalógus, melyet ő állított volna össze saját gyűjteményéről; de az 1792-ben Grácban nyomtatott katalógus, melynek szerzője nincs megemlítve, nagyon valószínű, hogy az ő iratai között talált anyagból állítottatott össze. Jól van szerkesztve, szakértelem és a gyűjtemény részletes ismerete látszik benne, a mi csak egy jól gondozott, sőt tanítási célokra is használt gyűjteményről tételvezethető fel. Vegyük elő csak a kvarcot.

1. *Quarzum Commune.*

| <i>darab</i> |   |                                 | <i>darab</i> |
|--------------|---|---------------------------------|--------------|
| 8            | Amorphum pellucidum.                          | Includens corpora peregrina:    |              |
| 140          | Crystallisationes.                            | a) Aquam                        | 2            |
| 37           | Crystallisationes acaules.                    | b) Antimonium                   | 1            |
| 28           | Crystallisationes pyramide duplicata.         | c) Galenam                      | 2            |
| 2            | Crystallisationes Cubica (?)                  | d) Asbestum                     | 2            |
| 38           | Incisum, fastigiatum, cellulosum, lamellosum. | e) Scorillum                    | 2            |
| 30           | Varie figuratum.                              | f) Mineram Cupri flavam         | 2            |
| 3            | Stillatitium.                                 | g) Mineram Argenti nigram       | 1            |
| 3            | Spathosum.                                    | h) Corpora vegetabilium         | 1            |
|              |   | i) Fluidum flavo colore         | 1            |
|              |   | k) Crystallum quarzinum minorem | 1            |

Azon időben a phlogiston-elmélet még nem volt ledöntve; az ásványok beosztásánál is megtaláljuk, mert van egy egész osztály »Corpora phlogistica«. A többi katalógusokban már »Corpora Inflammabilia« név alatt fordulnak elő.

Piller eme katalógusa azonban csak általános, csak sommás; inkább az akkori rendszer illusztrációja, megmondván, hogy egy-egy ásványfajból, válfajból stb. hány példány van, de éppen nem bocsátkozik az ásványok lelőhelyének és előfordulása körülményeinek leírásába. Ennélfogva Piller halála után beállottak az említett nagy zavarok. Akkor ugyan elsímították a dolgot, de nincs kétség, hogy a Piller örökösök az egyetemi gyűjteményt megkárosították s egyenesen meglopták. A Piller örökösök gráci katalógusában 1792-ből csak 4890 példány említetik. Az örökösök gazdálkodása azon interregnumban, mely Piller halála és Schönbauer kinevezése között volt (több mint három év), kidagasztotta 11,540 számra. A felületes becslők akkor nem vették észre, de Peters éppen úgy, mint én, több darabot találtunk a Piller-gyűjteményben, melyek a Marianna hasonló fajú darabhoz állítva, mint annak kiegészítő része illettek össze. Schuster pedig beható módon foglalkozván a gyűjteményekkel, azt állítja, hogy egy egész gyűjteményrész van a Marianna-gyűjteményből az örökösöktől becsempészve, kik azután t maguké gyanánt merészelték az egyetemnek megvételre ajánlani. Peters 1861-ben írt bevezető és végszavában szintén azon meg-

győződésnek ad kifejezést, hogy itt csalás követtetett el és hogy minden formalitás mellett is, mellyel a becslés és átvétel történt, az egyetem olyan furfangnak esett áldozatul, minőre a múlt században magánosok és közintézetek között nem egy példa van.

Azt, hogy a Piller-gyűjtemény rendszeresebb volt és tanításra alkalmasabb, a katalógusok alapján merem állítani, de a Marianna-gyűjteményben oly kincsek voltak felhalmozva, melyek bármely elsőrendű mineralógiai intézetben is méltó helyet foglaltak volna. Ennélfogva, ha a Marianna-gyűjteményért 25,000 forintot adtak, a Piller-gyűjtemény 20,000 forinttal bőven meg volt fizetve, de annak, hogy háromszor annyit is megérne, legfőlebb gyanús alapja van.<sup>11)</sup>

Az alchimista jegyezés e gyűjteménynél is csak úgy lévén alkalmazva mint a Marianna-gyűjteménynél, valódi providenciális tett volt Schuster részéről, hogy az 1811-ben készített katalógus revizionális megírása alkalmával azt a fáradságot vette magának, hogy a Marianna-gyűjtemény példányaira ragasztott és csak a jegyeket mutató kis lapokra M betűt, a Piller példányokéra P betűt írt.

<sup>11)</sup> Ebből azonban éppen nem akarom azt következtetni, hogy a Piller-gyűjteményben is ne lettek volna egyes igen jó darabok. A Schönbauertől írt katalógus első lapjai szorgalmasabban készülvén, mint a későbbi nagyobb rész, több példánynál van felírva »eximium«; de nekem magamnak is volt módomban egy a Piller-gyűjteményből ellopott darabot vagy 85 év múlva visszavásárolni; és az valóban kincs volt akkor, kincs most is. A dolog így történt. Egger ásványkereskedő Budapesten figyelmeztet, hogy ő Bécsben egy régi ásványgyűjteményt vett meg; nézném meg, nem találnék-e benne valami érdekest. Találtam egy aczélszürke, erősen fénylő, lemezes ásványt, régi papírra régi írással írt ezen magyarázattal: »Deutschpilsener Metall, falschlich sogenanntes Argent molybdique (de Born 1790), welches von demselben Stücke ist, welches sich in der Piller'schen Sammlung findet und von dem auch Born ein Stückchen erhalten hatte. Dieses Stück war meine ganze Belohnung für drei Wochen Arbeit in der Piller'schen Sammlung«. A Piller-katalógusban nem találtam nyomát egy ilyen ásványnak a metallumok osztályában, annak tehát Piller örököseitől kellett kivétetni, mielőtt Schönbauer a katalógusíráshoz fogott. Az ásvány csak töredéknek mondatik, de látszik is, hogy nagyobb darabból van leffűrészelve. Én benne a bórzsönyi wehrlitet azonnal felismervén, megvettem 150 forintért, noha csak diónagyságú. Történt nemsokára a vétel után (1875), hogy kíváncs volt meggyőződni, vajjon ez valósággal tellur-bizmutezüst vegyület-e, mint egykor Selmecezen a chemia tanára Wehrle találta. Új elemzés volt kíváncs a mostani eljárás szerint; de ezen ritka ásványból elegendő tiszta anyagot kapni az elemzésre nem könnyű dolog; Bécsben az udvari, Budapesten a Nemzeti Múzeum gyűjteményében megnyugtató tisztaságú anyag nem találtatott, egyedül a tőlem szerzett példány nyújtott garanciát a sikeres elemzésre, mit is dr. Sipőcz honfitársunk vitt keresztül Bécsben dr. Ludwig egyetemi tanár laboratóriumában, a bécsi udvari kabinetből vett anyaggal és azzal, mit é magam hasítottam le az egyetemi példányról. Az eredmény már közé van téve: a val wehrlit az én visszavásárolt példányom, a bécsi csak tellurbizmut, minthogy abban ezüst 0.5%-ot sem tesz ki egészen, az enyimből pedig több mint 4%.



*Alexandra Paulovna-gyűjtemény.* Alexandra Paulovna József nádor első neje, Pál orosz czár leánya volt; halála után a gyűjteményeit férje 1809-ben az egyetemnek ajándékozta. A példányok száma 818, s mind ezek két részletes katalógus mellett, de különben csak számozva jöttek át. Az eredeti katalógusok orosz nyelven vannak írva; Schuster tehát nem használta őket, mert mint mondja, nem érti. Összeírt ezekről is egy füzetet az ő »Catalogus revisionalis«-ában, s azt »originalis«-nak mondja. Annyit ugyan ki lehet belőle venni, hogy a példányszám egyez, de lelőhelyeket Schuster itt sem közöl. Hasonlókép nyilatkozik Peters is, hogy nem érti senki ezt a katalógust, tehát használhatatlan. Én ellenkezőleg úgy találtam, hogy orosz tanulóim értik s velők az egészet le is fordítottam. Állíthatom, hogy ez a gyűjtemény is elég jól használható anyagot juttatott egyetemünk ásványtani intézetébe.

Különössége épen az, hogy a legtöbb példány oroszországi s különösen sok az urali. A gyűjtés a múlt században történt.

## II. Korszak 1812—1849.

### *A gyűjtemények elhanyagolása.*

A Schustertől készített »Catalogus revisionalis« 1811-ben átadási okiratul is szolgált Schuster utódjának, Dr. Reisinger Jánosnak, kinek neve szintén ott áll. Nevével bizonyítja, hogy a felsoroltak valósággal az egyetemi múzeumban vannak. De midőn lemondott s a tanárságtól visszavonult (1848-ban), minden más okirat helyett, ugyanezen »Catalogus revisionalis« 628. lapján nyilatkozatot tesz oly értelemben, hogy ő nem áll érte jót, hogy minden benne foglalt tárgy csakugyan megvan, hiszen a tárgyak neki nem is adattak át rendesen; ő csak jóhiszeműleg írta alá a nyilatkozatot 1811. július 17-én. Kifejezi továbbá, hogy a gyűjteményt a barátai s tanítványaitól ajándékozott vagy vétel útján szerzett példányokkal 40 éven át szaporította.

Reisinger Jánosszületett 1784-ben Győrött; orvos-doktorlett 1807-ben, ugyanazon évben adjunktus a »Historiae naturalis Professor« mellett, 1809-ben Supplens és 1811-ben »Professor ordinarius ac musaci praefectus«. <sup>12)</sup> Meghalt 1852-ben Pesten. Több mint 40 esztendeig volt az

<sup>12)</sup> Munkái: Enchiridion Anorganognosiae, Budae 1820. Beszédek egyetemi ünnepélyeken. A mineralógiával irodalmilag nem foglalkozott, hanem a zoológiával. Több apró értekezésen kívül van tőle Állattan a gerincesekről. I. k. Emlősök, Madarak II. k. Hüllők, Halak. 1848 Budán.

egyetemi ásványtani intézetben; volt még adjunktusa is, de az ásványtani múzeum kellő gondozásáról, még kevésbbé annak haladásáról legkisebb nyom sem maradt fenn az iratokban. Hiszen maga állítja magáról, hogy Schuster óta a gyűjtemények egyik részéhez sem nyúlt hozzá, mert akkor az első lett volna megállapítani, hogy megvan-e minden valóságban, úgy a mint a katalógusban.

E korszakból mégis találok egy örvendetes jelenteni valót, a mi, a körülményeket tekintve, méltó a kiemelésre. Az ország egy eldugott helyén, a hol esetleg a bányászat szokott tanyát ütni, a Bihar zord hegységében volt egy királyi bánya-mérnök Rézbányán, neve Szájbély István Ádám Rudolf, ki az ottani ásványokat gyűjtötte, rendezte, cserébe külföldre küldötte és így nagyobb számú példányok birtokába jutott. Megfogamzott benne az eszme, ezekből a hazai intézetek számára általános gyűjteményeket állítani össze és 1831-ben a Helytartótanácsához kérvényt adott be. A nemes lélek sugallta meggyőződést, hogy jó szolgálatot tesz, egész szerényen fejezi ki s ő egészen egyenlő 5 gyűjteményt ajánl fel, melyet a Helytartótanács bölcs belátására biz, hogy hová fordítsa, csak egyet kér Nagyváradnak, minthogy fiai ott tanulnak. A Helytartótanács ékes szavakkal méltányolva a fenkölt gondolkozást, egy gyűjteményt (E jegyű) az egyetemi ásványtani intézetnek juttatott. E gyűjtemény volt az első szerzemény a meddőség ezen korszakában, mely a phlogiston békóját lerázva, modern értelemben felhasználhatóvá vált a következő korszakban. A példányok száma összesen 431, melyeket Peters és én is valóságos oáz gyanánt üdvözlünk a gyűjtemény modern rendezési munkájában.

Szájbély helyzetében hány ember volt! És mégis intézetünk százados történetében a szakismeret és nemes lélek illetén találkozásának egyedüli példányaképen ragyog Szájbély tette.

Valamint a Szájbély-gyűjtemény is meghagyatott külön gyűjteménynek, ép úgy a többi is mind külön válva maradt, a mint 1811-ben volt a Catalogus revisionalis-ban.

Schuster európai színvonalú tudós volt. Valóban érdekes adatokat közöl az akkori ásványgyűjteményekről, úgy számra mint értékre és a felállítás módjára nézve; megírja egészen helyesen, hogy mely út követendő a pesti egyetem ásványtani gyűjteményének további fejlesztésére nézve. De hiába! Ezen útra utóda nem lépett; a sok apró küldemény egyesítésére s az egésznek újabb rendszer szerint felállítására semmi lépés sem történt, sőt az egész múzeum elhanyagolására mutat. Beudant-nak, Párizsban a királyi gyűjtemények igazgatójának

megjegyzése, melyet 1818-ban tett, midőn Budapesten létekor meglátogatta az egyetemi tanárokat s a gyűjteményeket: hogy azok elég nagyok, sok bennök az érdekes tárgy, s nem hiányzik más, mint több rend, hogy ép oly fontos, mint tanulságos intézet válják belőlök,\* nagyon is igaz. Ennek a több rendnek a napja azonban nem virradt fel. Sőt a korszak végén a már koros tanár is visszavonulván (1848), s a gyűjteményeknek szószólója, védője nem lévén, mélyen a pusztulás örvényébe sodortattak.

A dolog így fejlődött.

A Múzeum igazgatóságához 1848 december 18-án Balassa orvostudományi igazgató kérdést tesz, nem lehetne-e az ásvány- és állattani gyűjteményt a múzeum épületében elhelyezni? » . . . . . az egyetem orvostudományi intézeteinek nyomasztó kisszerűségein segítő . . . a kórodák bővítését is elhatározta . . . az építés elmaradván, nem maradt egyéb hátra, mint az orvostudományi rendes tanfolyamok megnyitása miatt elhalaszthatlan kórodabővítéseket eszközölni az által, hogy az orvoskar ásvány- és állattani gyűjteménytárak terméi kiüríttessenek . . . : abban áll az orvostudományi igazgatóság kérelme, vajjon nem lehetne-e a gyűjteménynek azt a részét, melyet a szakbeli oktatás az orvostudományi épületben nélkülözhetővé tesz, a nemzeti múzeum épületének valamelyik terembe ideiglenesen elhelyezni«.

Az átszállítás a növénytan tanárára, Dr. Gerenday-ra bízott. A szerencsétlen határozat, valamint annak még szerencsétlenebb fogantatás-módja halálos dőfés volt a gyűjteményre. Megszűnt mint gyűjtemény s kétes anyag vált belőle egy új gyűjtemény alkotásához!

DR. SZABÓ JÓZSEF.

(Befejezése következik.)

---

\* Comme établissemens littéraires, on doit citer l'université du royaume, transférée de Tyrnau à Pest, et où se trouvent aujourd'hui réunis les quatre facultés de philosophie, de théologie, de droit et de médecine, dont chacune présente plusieurs chaires qui sont remplies par des hommes d'un mérite très distingué. . . . . Le cabinet d'histoire naturelle est assez considérable, et renferme une foule d'objets intéressans dans l'un et l'autre des trois règnes de la nature, et qui n'auraient besoin que d'un peu plus d'ordre pour former un établissement aussi important qu'instructif. (Voyage minéralogique et géologique en Hongrie. Paris 1822. Tome II. p. 367.)

## FIZIKAI KISÉRLETEK HAJDAN ÉS MOST.\*

Hölgyeim és Uraim!

Ma, midőn először van szerencsém e díszes körben előadást tartani, ez Intézet mélyen tisztelt igazgatójának lekötelező szívessége, mellyel a Tudomány-Egyetem új fizikai intézetének mind a régi, mind a legmodernebb műszereit ez alkalomból rendelkezésemre bocsátotta, arra indít, hogy a mai estén a fizikai kísérletezés hajdanának és jelenének jellemző vonásait néhány példában bemutassam.

Egy mai fizikai intézet az emberi leleményességnek és elmésségnek olyan tárháza, melyben — szinte mondhatnám — a lehetetlenségek vannak kézzelfoghatóvá téve. Vannak eszközök, melyek a megfoghatatlan kicsit megmérhetővé teszik. Ime a Hipp-féle chronoszkóp, melyen a másodpercz ezered részét lemérhetjük; meghatározhatjuk vele például az inger terjedésének sebességét az állati testben, teszem azt az időt, mely a közt a pillanat között, mikor például ezt a csapot be a k a r o m zárni, vagyis mikor agyamban megszületik az akarat hozzá s az inger kiindul és a között, mikor újjaim akaratomattal je s í t i k, tehát tényleg bezárják a csapot.

A legszélsőbb vételek találkoznak itt. A vakító elektromos fényívtől, melyben a fémek is azonnal gőzzé válnak, csak egy lépés a folyékony szénsavig, melynek segítségével pár pillanat alatt a higanyt is megfagyasztom.

Mindezt Önök ma már legföljebb hideg csodálkozással veszik tudomásul.

De képzeljenek csak ezen eszközök közé egy múlt századbéli fizikust, kinek mindezek még legföljebb csak ábrándjai lehettek. Ha most mindezeket megvalósúlva láthatná maga előtt! Minő örömet élvezne, minő kéjlegéssel foglalkoznék velök! Ha ezt el bírjuk kép-

zelni, csak úgy érezhetjük igazi eleven-ségében azt a különbséget, a mi a kísérletezés terén a hajdan és a ma között van.

És hozzá még az is, hogy a régiek nagyobb szenvedéllyel kísérleteztek, mint a maiak. Mert elvégre is a mai fizikus mindig bizonyos megállapított célzattal foglalkozik a kísérletekkel. Ma az eredmény a földolog; a kísérletek valami határozott célra szolgálnak; tehát bizonyos száraz pozitivizmussal foglalkozik velök a mai fizikus. Ellenben a régiek legnagyobb része ö n m a g u k o n a fizikai kísérleteken s a bennök feltárt tüneményeken lelkesedett. Mintha csodákat idéztek volna elő eszközeikből s mintha az lett volna az ideálok, hogy mentől csodálatosabb tüneményeket fedezzenek fel.

Mikor a múlt század közepe táján Ch. F. Ludolf a berlini akadémia megnyitásán az elektromos szikrával aethert gyűjtött meg, Németország összes experimentátorai versenyre keltek e kísérlet végrehajtásában és módosításában. És csakugyan sikerült is Winklernek, a legügyesebbek egyikének, pár hó múlva, barátai és hallgatói legnagyobb öröme, az újja hegyéből kiugrasztott szikrákkal aethert, alkoholt, sőt egy imént eloltott gyertyát is meggyújtani. Ezzel megelégedtek, céljuk el volt érve. Tovább nem mentek; ezen túl már csak a fantázia vitte őket, midőn a szikrában tűzrézecskeket képzeltek talán úgy, mint a jezsuita Lozeran du Fesc, ki azt mondja, hogy »a hő szállékony és lényeges sókból, kén, levegő és aether anyagból van összetéve. Rend szerint különféle víz-, föld és fémszerű anyagokkal van keveredve s részei erős örvényszerű mozgásban vannak«.

A fantáziának csakugyan nagyon jelentékeny szerepe volt a jelen századig a fizikában s majdnem úgy foglalkoztak a fizikai kísérletezéssel, mint a XVI-ik században a költészettel és művészettel.

\* 1887 január 21-én a Tudomány-Egyetem új Fizikai Intézetében tartott népszerű előadás.

A renaissance idejében az udvarok, fejedelmek, nagyúri társaságok kedvteléseket lelték abban, hogy magukat költők és művészekkel környezzék, sőt maguk is soraikba állva, költeményeiket szavalták, szonetteket írtak, s a nagyvilági bontonhoz tartozott a művészetekkel bizonyos intimitásban való élés.

Majdnem ugyanígy foglalkoztak a XVIII-ik században a fizikával. Fejedelmek laboratóriumokat rendeztetnek be maguknak, tudósokkal érintkeznek, asztaluk körül tudományos vitatkozások folynak s ebéd utáni kedvtelésből kísérleteznek, mint II. Frigyes Sans-Soucisban. II. Károly udvarában a jól nevelt gentleman-től megkivánták, hogy a teleszkópokról és a légszivattyúról tudjon társalogni. Maga a fejedelem eljárt udvarhölgyeivel Boyle kísérleteire s állítólag több figyelemben részesítette ezeket, mint az állami ügyeket.

Párizsban a hercegnők szalonjaiban fizikai kísérletekkel játszik a divatos világ. A laboratóriumokban a legjobb körökhöz tartozó nők tesznek látogatást. Du Châtelet asszony falusi jószágán laboratóriumot rendez be, segédekkel fogad és Voltaire-rel együtt kísérletez, sőt értekezéseket nyújtanak be az akadémiának a »Hő természetéről«, melyek dicsérő megemlékezésben részesülnek, s a melyekről utólag kiderül, hogy többet érnek, mint a pályanyertes művek. Pedig Du Châtelet asszony igen szép nagyvilági nő volt. Divatba jött az is, hogy a nők már nem eszményi csoportosítású képeken ábrázolva örököltetik meg magukat, hanem laboratóriumban, távcsövek és lombikok között.

Maguk a kísérletezők nagyobb részt nem a mai értelemben vett tudósok, hanem bizonyos mértékben műkedvelők. Nem úgy tekintik a kísérletezést, mint tudományos segédeszközt, hanem mint szellemi szórakozást. Lakásuk egyik szobája laboratórium; itt töltik szabad idejüket, itt fogadják barátait, s ezeket kísérleteikkel mulattatják.

Véletlenségből néha felfedezőkké is válnak. A leydeni palacska kísérletének

igen erős fiziológiai hatását először egy Cunaeus nevű gazdag leydeni magánzó tapasztalta, mikor Muschenbroek-nál éppen látogatóban volt. Az ütés elég erős lehetett, mert Muschenbroek, ki azt természetesen maga is megpróbálta, azt mondja Reaumur-höz intézett levelében, hogy Franciaország koronájáért sem állaná ki még egyszer.

Ezek után nincs is mit csudálkoznunk azon, hogy a XVIII-ik században a kísérletezés egyeseknél oly irányba csap, hol a fizikának alig van valami keresni valója, hova a képzelődés ragadja az embereket. Csak például idézem, hogy, mintha az lett volna a fizika ideálja, hogy embert szerkesztszen, olyan hévvel alkottak automatákat, »l'homme machineo«-kat, s hogy Vaucanson a francia akadémia tagja, lelkesedve állítja az akademikusok elé az ő híres flótázó automatáját; holott az egész automata tudományból Vaucanssonak az az egy élcze ér valamit, hogy mikor a lyoni selyemgyár munkásai strikeoltak, hivatkozva az ő szellemi képzettségökre, melyet számbavétetni kívántak, ő egy olyan automatát készített, mely teljesen értett a selyemfonáshoz, csak egy szamarat kellett elébe fogni, hogy húzza.

Mindezekkel csak képét akartam adni annak, hogy nagy általánosságban miként foglalkoztak e század előtt a fizikai kísérletezéssel.

Hanem természetesen ezek fölött és ezeken át húzódik egy vonal, melyen a valódi tudomány fejlődött ki. Elszigetelve itt-ott feltűnik egy nagy elme, — egy Galilei, Newton, Pascal — mely a jelenségek látszatával, azoknak érzékeinkre gyakorolt hatásával nem elégszik meg, hanem a törvényeket iparkodik megállapítani. E nagy férfiak ismerik a célt, az utat, melyen haladnia kell a tudományos buvárkodásnak. Némelyiköknök valóságos víziói voltak, maguk előtt látták a jövőndőt.

Mikor az olasz renaissance az embereket ismét a természet felé vonja, mikor mintegy öntudatlanul meggyő-

zódtek, hogy a természet nagy változatlansága változhatatlan törvények szerint fejlődik, melyeket a természeti tüneményekből kell levezetni, akkor már megalapították a modern fizikai kísérletezést. Hisz ez az elv közvetlenül a kísérletre vezet s Leonardo da Vinci ki is mondja, hogy »a kísérlet a természet mesterfogásainak magyarázója«; »kísérleteznünk kell, a körülményeket, melyek között valamely tünemény létrejön, változtatnunk kell, hogy általános törvényeket alkothassunk«; »valamely kutatásnál mindenekelőtt kísérleteket kell tenni és ezek alapján bizonyítani be a törvényt, melynek a testek hatásaiban alá vannak vetve«.

A nagy fizikusok követik is ez útát. Galilei a mozgás törvényeinek megállapításában, Newton a dinamikában és különösen az optikában, a »fénysugár anatomijában« a legklasszikusabb példáit adják a kísérleti módszernek. De még ezek is a legtöbb esetben a törvényeket inkább kiderítik, okoskodás útján rávezetve, inkább azt bizonyítják be, hogy így kell lennie, mint hogy így van, mert a pontos igazoláshoz hiányzanak az eszközök.

Csak mikor az olasz renaissance az angol talajban megizmosodik, mikor a természet szépsége s törvényeinek változhatatlansága iránti lelkesedést annak megismeréséből eredő haszon táplálja és tartja fenn, mikor az emberek látják, hogy a természeti törvények kísérleti megállapítása az emberi állapotok megjavítására, új találmányok és eszközök fölfedezésére vezet, melyekkel az ember a természet munkáját a maga hasznára fordíthatja — csak akkor indul fejlődésnek a kísérletezéshez szükséges tudományos technika, mely a kísérletezőnek legbiztosabb segédeszközeit szolgáltatja. Angliában a tökéletes kormánylapát keresői oly szárnyakról álmodoztak, melyeken a Towerből az Apátságba lehetne röpdülni s kétgerinczű hajókról, melyek a legdühösebb zivatarban sem sülyednének el. Minden osztály át volt hatva az uralkodó érze-

lemtől. A költők versenyző hévvel énekeltek meg az aranykor közeledését. Cowley a »Royal Society«-hez írt odájában sürgeti a kiválasztott nemzedéket, hogy az ígért tejjel-mézszel folyó földét vegye birtokába.

Így a fizikai kísérletezés valóságos szociális szükséggé lett s csakugyan ebben az időben keletkeznek ama tudományos testületek, melyek a kísérleti tudományok fejlesztésében ma is a legjelentékenyebb szerepet játsszák. Angliában a XVII-ik század második felében II. Károly megalapítja a »Royal Society«-t, azon határozottan kifejezett czélal, »hogy a tudományt közvetlen kísérletekkel gyarapítsa, ellentétben azzal a mi természetfölötti«. Kevéssel rá Párizsban is megalapítják a tudományok akademiáját, a Royal Society példájára. És a mint a kísérletek eredményeit a szociális életben alkalmazzák, nagy mértékben növekszik a biztosság is, s mindinkább kisebb befolyás jut a kísérletező jóhiszeműségének, mert a gyakorlatban ellenőrzést nyernek a kísérleti eredmények. A gyakorlatban biztos ismeretekre és az egyes hatók és változások pontos lemérésére van szükség, s ez a hibás, helytelen ismeret mihamar kiküszöböli. Ez a szükségesség erős lökést adott a kísérleti tudományok fejlődésének és ma is egyik leghatalmasabb fejlesztője.

E tényezők összeműködése tette, hogy a fizikai kísérletezés az utolsó században oly rohamosan fejlődött s csak ha néhány kísérletre fordítjuk is figyelmünket, teljes mértékben méltányolni fogjuk ama nagy fizikusok érdemeit, kik egyszerű eszközeikkel a főbb törvények alapjait megvetették.

Mozgást például mindenki lát, mindenki tapasztal; ez a legegyszerűbb és legáltalánosabb tünemény a természetben. Galilei ebből azt következteti, hogy ha a mozgás a legegyszerűbb természeti tünemény, akkor ennek a törvényeit kell legelőbb megállapítani, mert a tüneményekben bizonyos fokozat van, a legalsók a legegyszerűbbek és az alsók magyarázzák a felsőket.



Így ő a mozgás törvényeivel kezd foglalkozni s első sorban az eső testek mozgásával. Lángeszű sugallattal felállítja azt a törvényt, hogy a szabadon leejtett testek mozgásában a befutott út a mozgás időtartamának négyzetével arányos. A törvényt kísérletileg akarja igazolni. De minő eszközök állanak rendelkezésére!

Vízóra! A leejtéskor a kísérletezőnek egy vízzel telt edény csapját kell kinyitnia s a leeséskor bezárnia; az e közben kifolyó víz mennyisége az idő mértéke. Toronymagasságról ejti le a köveket s közvetlenül még így sem sikerül a törvény igazolása, mert az esés idejét — könnyű elgondolni — nem képes elegendő pontossággal lemérni. Pedig 2—3 másodperc leéréséről van szó. Kerülő utat kell választania; lejtőn gördíti le a testeket, hogy a törvényt csak közelítőleg is igazolhassa.

Ma ellenben ugyane törvényt egy szobában, a tanteremben, 1—2 méternyiről leejtett testek mozgásán is igazolhatjuk, a hol az esés ideje mindössze  $\frac{1}{2}$  mp. s ezt az időt mi ma  $\frac{1}{1000}$ -ed másodpercig terjedő pontossággal még előadási eszközzel is meghatározhatjuk.

Itt van felállítva egy e fajta készülék: a már említett Hipp-féle chronoszkóp. E chronoszkópnak két főrésze van: úgy mint 1. a pontos óramű, mely  $\frac{1}{1000}$  másodpercet mutat; 2. az elektromos kiakasztó, melynek révén a mutatók az óraműhöz erősíthetők vagy tőle elkülöníthetők. Az óramű csak annyiban különbözik a közönséges ingaórától, hogy a leeső súlytól forgatott fogaskerekek mozgását nem az inga egyenlő időben ismétlődő lengései, hanem egy megzöndített fémpálcza rezgései szabályozzák. Ez a kis szabályozó pálcza úgy van hangolva, hogy másodpercenként 1000 rezgést végez s szabadon rezgő végével gyengén súrolja a kereket, ezzel szabályozván annak mozgását. A kerék mindig egy foggal forog tovább, a mialatt a pálcza vége egy teljes rezgést végez. A megindításkor a kerék mozgása eleinte még szabály-

talán; a pálcza nem ad tiszta hangot, csak zörejt, mert a pálcza vége és a kerék fogai még rendetlenül ütköznek össze; csak mikor a pálcza hangja tiszta, van az óra mozgása szabályozva.

A két számlap 100—100 részre van osztva s a kisebb mutató egy osztállyal fordul el, a mi alatt a pálcza egy rezgést végez, tehát  $\frac{1}{1000}$ -ed másodpercet mutat; holott a nagyobbik mutató  $\frac{1}{10}$ -ed másodpercet, mert egy osztállyal fordul el, mialatt a kisebbik egyszer egészen körülforog. Ezenkívül a mutatók úgy vannak ráerősítve a fogaskerekek tengelyeire, hogy csak akkor forognak ezekkel együtt, ha egy hátul levő emeltyű-kart lenyomunk. Ezzel az emeltyűkarral van összekötve az elektromos kiakasztó.

Maga ez a finom óra még nem volna elegendő kis időtartamok leérésére, mert hisz a mutatók oly sebesen forognak, hogy azokat a tünemény kezdetén és végén pontosan leolvasni, vagy állásukat megjelölni lehetetlen. 1820 előtt ez lehetetlen is volt, de mióta Oersted felfedezte a galvánáram mágnesező hatását s mióta ebből Gauss és Weber a távobjelzés hatalmas eszközét fejlesztette ki, azóta ez is egyike a »lejárt lehetetlenségeknek«. Az elektromágnesség tette azzá. És pedig igen egyszerű módon. Az említett emeltyűkarral egy lágyvas darabka van erősítve és egy szigetelt dróttal bevont és vas-maggal ellátott kis tekercs fölé úgy van helyezve, hogy a tekercsen galvánáramot vezetvén át, az mágnessé válik s az emeltyű-karon levő lágyvasat magához vonja. Ekkor a mutatók forogni kezdenek s forognak mindaddig, míg az áram tart s megállanak, a mint az áramot megszakítom, mert ekkor a tekercs megszűnik mágnes lenni s a lágyvas darabkát elereszti. Úgy van itt is, mint a jól ismert jelző csengetyűknél, melyek megszólalnak, a mint például egy ajtót kinyitunk s csengenek, míg csak azt be nem tesszük. A csengés helyett itt a mutatók forognak.

Ha már most valamely mozgás ide-

jét akarom lemérni, csak arról kell gondoskodnom, hogy a mozgó test a mozgás kezdetén a tekercsen átvezetett galvánáramot bezárja s a végén megszakítsa. A mennyivel e közben a mutatók elfordulnak, annyi a mozgás időtartama.

Ezzel az eszközzel már most Galilei említett törvényét kísérletileg rögtön igazolhatjuk.

Az óra két számlapjának képét az ernyőre vetítettem s azon láthatják Önök a kísérlet egész lefolyását. Leejtek egy golyót egy méter magasságról. A leejtés pillanatában megindulnak a mutatók s a mint a leeső golyó koppan, megállottak a mutatók is. Az esés időtartama 0.450 másodperc. Ugyanígy leejtem a golyót  $\frac{1}{2}$  méterről s azt találjuk, hogy most az esés ideje 0.320 másodperc. Az utak viszonya 2, s a két idő négyzetének viszonya is éppen 2. Így csakugyan igazolva van, hogy a szabadon eső testek mozgásában a befutott utak úgy viszonylanak, mint az idők négyzetei.

Vannak azután még ennél is pontosabb időmérő eszközök, szintén hangvillákkal szerkesztve, melyekkel még egy másodperc tizedrészét is megbecsülhetjük. Ennyi idő alatt a legsebesebb villámvonatot is csak mintegy 2 milliméternyi útát fut át.

A mozgás — mint helyzetváltozás — után a természettünemények fokozatának második, már bonyolultabb tagja a testek alak- és térfogatváltozásának tüneménye.

Minden testnek alakja és térfogata változik, ha a reá ható erők vagy körülmények megváltoznak. Legegyszerűbb a térfogatváltozás törvénye a gázoknál, melyek mindig a körülfogaló edény alakját és térfogatát veszik föl.

1661-ban Boyle, a híres experiméntátor, Angliában, és 1676-ban Mariotte Franciaországban egymástól teljesen függetlenül megállapították, hogy az elzárt levegő a reá ható nyomás ellenében teljesen rugalmas, azaz a nyomás megszűntével eredeti térfogatát ismét fölveszi s hogy a térfogata a nyo-

mással arányosan kisebbedik. Így kétszer akkora nyomásra félakkora lesz a levegő térfogata. Először is bemutatom a kísérletet, a miként azt Boyle végezte.

Egy U alakúlag meghajtott üvegcsőbe, melynek rövidebb szára zárt, a hosszabbik nyitott, annyi higanyt öntök, hogy a cső hajlását éppen kitöltse és így a rövidebb szárban a levegőt elzárja. Ennek a külső levegőtől elzárt, meghatározott térfogatú légtömegnek a nyomása egyenlő a külső levegő nyomásával, vagyis egyenlő egy négyszögcentiméter keresztmetszetű és olyan magasságú higanyoszlop súlyával, mint a minő a kísérlet alkalmával a barométer állása.

Ezután a cső nyílt szárába higanyt öntök mindaddig, míg a rövidebb szárban a levegő térfogata félakkora, mint eredetileg. Ekkor azt tapasztaljuk, hogy a cső két szárában a higany többé nincs egy magasságban, hanem a nyílt csőben annival áll magasabban, a mennyi éppen a barométerállás. Most a légtömeg nyomása tehát nem egy, de két atmosphaera, és ha térfogatának egy harmadára szorítjuk össze, három atmosphaera lesz. Ebből Boyle felállítja a törvényt, hogy a levegő sűrűsége a nyomással arányosan növekszik. Később Townley és Mariotte a ma szokásos formába öntötték a törvényt, vagyis hogy a térfogat visszásan arányos a nyomással. Boyle  $\frac{1}{4}$  atmosphaerától 8 atmosphaeráig terjedő nyomásokkal tett kísérletekkel igyekezett igazolni e törvényt. Kísérleteiben a térfogat és nyomás mérésére mindig csak egyszerű mérőrudat használt és semmiféle elővigyázattal nem élt, úgy hogy azokból ma csakis a törvény közelítő helyességére vonhatnánk következtetést.

Ma erre a célra sokkal kényelmesebb és pontosabb, az igaz nem oly egyszerű eszközeink vannak. Itt látják felállítva a Regnault-féle eszközt, melyen a nyomás, térfogat lemérése sokkal kényelmesebben és pontosabban történik; a rövidebb csövet olvadó jéggel körülvéve, a kísérlet közben az állandó hő-

mérsékletről is könnyen gondoskodhatunk, a mi mind Boyle, mind Mariotte figyelmét teljesen elkerülte. Ilyen eszközzel vizsgálta meg behatóan Regnault, a kitünő experimentátor a különböző légnemeket, s azt találta, hogy a Boyle-tól a nyomás és térfogat között megállapított összefüggés csak közelítőleg érvényes, de általában a gázok — a hidrogén kivételével — jobban összenyomódnak, mint a hogy a Boyle-féle törvényből következnek. Így például arra, hogy egy bizonyos térfogatú szénsavat térfogatának huszadára szorítsunk, nem 20-, hanem 16·7-szer akkora nyomás kell, mint volt az eredeti. Még nagyobbak az eltérések azoknál a gázoknál, melyek, mint a kénessav, ammoniák, hűtés által könnyen folyósíthatók.

Ez eltérések mind arra mutatnak, hogy kellő nyomás és hűtés mellett a gázok mind folyósákká lesznek. Csakugyan már Faraday folyósította az ammoniákat, kénessavat, szénsavat, de az oxigént, levegőt, szénoxidot csak a legújabb időben sikerült folyadék alakjában előállítani, mintegy 200°-ig terjedő hűtés és 46—200 atmosphaera nyomás mellett.

200° hideg! Hát lehetséges ez?

Száz év előtt — 20° volt a legalacsonyabb hőmérséklet, a mit a kísérletező fizikus elő tudott állítani. Az is csak télen, mert a hó és só sokszor használt keveréke szolgáltatta; ma pedig akár a legmelegebb nyári napon 100—200° nyí hideg áll rendelkezésünkre. És hozzá még annyira olcsón és kényelmesen, hogy maholnap akár a háztartásban is alkalmazhatjuk. Minderre a folyósított gázok s így félig-meddig a Boyle-Mariotte-féle törvény szigorúbb vizsgálata vezetett bennünket.

A szénsav nagyon elterjedt gáz a természetben; minduntalan kileheljük, a tűzhelyeken a szén elégeésekor keletkezik s a házak kéményeiből használatlanul illan el. A sok gyárban mint fölösleges melléktermék támad; sok a szabad szénsavtartalmú forrás is. Egy szóval, könnyen és olcsón juthatunk hozzá s

aránylag eléggé tiszta állapotban. A hol csak érdemes, felfogják a szénsavgázt és erős légsűrítő szivattyúkkal 50—60 atmosphaera nyomás mellett ágyúfémből készült palaczkokban folyósítják. Németországban gyárilag állítják elő a folyékony szénsavat és literjét mintegy 2 forintjával bocsátják árúba. Iparcikk lett, mert a sörgyarak- és ivócsarnokokban a sör hűtésére és frissen tartására használják. Előreláthatólag nagy elterjedésre fog szert tenni.

A folyós szénsav szintelen folyadék, mely a közönséges 15° C. hőmérsékletnél csak 52 atmosphaera nyomás alatt marad meg folyós állapotban. Kisebb nyomás alatt, például a szabad levegőn, rögtön elpárolog és gázalakúvá válik.

Ha ebből a szénsavas palaczkból, a csapot megnyitva, folyékony szénsav-sugarat bocsátok ki, akkor a felületén a szénsav hirtelen elpárolog, s elvonja az erre szükséges hőmennyiséget a sugár belső részeitől ép úgy, mint a kezünkől hirtelen elpárolgó aether vagy víz lehűti testünket. A sugár belső része megfagy és a szénsav mint valami hóféle szilárd test jelenik meg előttünk.

A szilárd szénsav a szabad levegőn hirtelen párolog és e miatt környezetét erősen lehűti, annál erősebben, minél gyorsabban párolog, úgy hogy aetherrel leöntve s a légszivattyú borítója alatt a párolgást gyorsítva, az aether 110°-ra is lehül.

A mint az aethert a szilárd szénsavra öntöm, ez hevesen pezseg, mert hirtelen párologni kezd s e közben a higany, melyet az edénybe helyeztem, azonnal megfagy, jelélül hogy az aether — 40°-nál (a higany olvadáspontjánál) alacsonyabb hőmérsékletű. A szilárd higany szürke színű; lehűtött fakalapáccsal könnyen kalapálható.

Ha a szilárd higanydarabot hirtelen hideg(0°) vízbe mártom, a higany rögtön megolvad; a megolvadásához szükséges meleget a közvetlenül környező vízrétegektől vonja el; ezek tehát megfagynak, s a szilárd higany alakjának megfelelő jégburrok keletkezik.

De nemcsak a különféle hőforrások előállításában, mint segédeszközökben van a mai kísérletezőnek aránytalanul nagyobb hatalma a mult századbelihez képest, hanem különösen a hőtűnemények és a velök járó változások *lemérésében*.

A hő okozta változások legegyszerűbbje az a mindennapi tapasztalat, hogy a testek melegítve (legnagyobb-részt) kiterjednek, lehűtve pedig összehúzódnak.

E tűnemény kísérleti vizsgálatára a mult század végén két eszköz szolgált: a Gravesande karikája és a Muschenbroek-féle pirométer. Az első egy fémkarika épen beleillő golyóval, a mely megmelegítve kiterjed, s nem fér át a karikán, hacsak ismét le nem hűl. A másik eszköz a pirométer, melyhez hasonlóval Voltaire is kísérletezett, mint neve is mutatja (tűzmérő) a hő, — abban az időben a tűz, — mérésére szolgált. Az eszköz egyik végén szilárdan megerősített fémrúdból áll, mely a másik szabad végével egy emeltyű-kart érint; ennek a forgása fogaskerek révén mutatóra van átvive, úgy hogy ha a borszesz-lánggal felmelegített rúd hosszant kiterjed, a mutató elfordul. A mutató kisebb vagy nagyobb elfordulása a rúd kisebb vagy nagyobb kiterjedésének felel meg, s így mértéke a »tűz erejé«-nek, mint azt a mult században mondták.

E kísérletek nagyon egyszerűek és tanulságosak, s ma is többnyire ugyan-ebben a formában látjuk őket, valahányszor csak a tűnemény bemutatásáról van szó; de velök méréseket tenni, adatokat szerezni a testek kitágulására, oly pontossággal, mint a minő ma szükséges, nem alkalmasak.

Ezekkel szemben be akarok Önöknek mutatni egy kísérletet, ha nem is a legbiztosabbat azok közül, melyek ma e tűnemények tanulmányozására és mérésére szolgálnak. Ez nagy hallgatóság előtt való demonstrálásra is alkalmas, míg pl. e pirométer mutatójának forgását csak épen a közvetlen közelben ülők

láthatják. Majdnem ugyanaz az eszköz, mint a pirométer, csak hogy érzékenysége annyira fokozva van, hogy a legcsekélyebb hőmérsékletváltozás, így például a rúdnak újjunkkal való érintése is elegendő arra, hogy mérhető változást hozzon létre. És ez a hatalmas eszköz, mellyel mintegy határtalanná teheti ma a fizikus kísérletei érzékenységet, mindössze egy kis *tükördarab*.

A kiterjedő fémrúd, itt egy kötőtű, szabad vége előtt egy kis tükör van felüggesztve, úgy hogy az a kötőtű kiterjedésekor vízszintes tengely körül forog. Tehát itt a tükör helyettesíti az emeltyű-kart. A tükör elfordulása annál nagyobb, minél közelebb van a kötőtű vége a tükör forgási tengelyéhez. E távolság kibebbítése az, mellyel majdnem határtalan érzékenységgé tehetjük e kis eszközt. Azonkívül a tükör forgását is nagy érzékenységgel lehet láthatóvá tenni.

Mindenki ismeri a gyermekek ama néha igen kellemetlen mulatságát, hogy kis tükördarab vagy valami fényes tárgyval kezükben szeszélyes játékot űznek a napsugarakkal. Ide-oda vetve, szemfényvesztő sebességgel szalad a fényes folt végig a falakon, gyorsabban vagy lassabban, a mint távolabb vagy közelebb falon fut végig, ezerszeresen megnagyítva a kis tükör forgását.

Ezt az egyszerű módot használja fel ma a kísérletező, hogy kis elmozdulásokat láthatóvá tegyen.

Az elektromos lámpától a tükörre vetett s onnét visszavert fénynyaláb az ernyőn fényes foltot ad. A tükrözés törvényei szerint a visszavert fénynyaláb mindig kétszer akkora szöggel fordul el, mint maga a tükör s így együtt mozog vele, mint valami súlytalan mutató, és pedig annál hosszabb mutató, minél távolabb van a tükör az ernyőtől.

A mint az itt felállított kötőtűhöz égő gyújtót közelíték, a fényes folt azonnal elmozdul s valósággal elfut, ha azt alá tartom. Így ha e rúd hossza  $\frac{1}{10000}$ -ed milliméterrel változik, az ernyőn levő folt már mintegy 5 milliméternyit mozdul el, úgy hogy e tükörrel itt a rúd

hosszváltozása mintegy 50,000-szeresen van megnagyítva. És mi sem akadályoz, hogy még érzékenyebbé ne tegyük eszközünket, a mire szükség is van, mert általában az itt lemérendő hosszak igen kicsinyek s azonkívül a gyakorlat szempontjából is igen pontos értékekre van szükség. Így például csak a tudományos mérőeszközöket említem meg, melyek legnagyobbbrészt fémről vannak s különböző hőmérsékleteken tett észleléseknél különböző adataik vannak; ezeket egy egységes hőmérsékletre kell vonatkoztatni, hogy a mérések eredményei összehasonlíthatók legyenek. És erre a célra pontosan kell ismernünk az anyagok kiterjedését a hőmérséklettel.

A tükörleolvasás egyike ma a fizikus leghasznosabb és leggyakrabban használt segédeszközeinek. Sokoldalú alkalmazhatósága és rendkívüli érzékenysége kiválóan fontossá teszi. A legtöbb fizikai mérésben helyzetváltozás leméréséről van szó, a mikor a tükörleolvasás könnyen és egyszerűen alkalmazható.

Megbecsülhetetlen szolgálatokat tett e módszer a mágnesség és elektromosság — tehát e század fizikájának — terén, a hol többnyire igen kis mágnesi vagy elektromos erőket kell lemérni. Azok a finom eszközök, melyek a földmágnesség erejének és változásainak mérésére, vagy a manap oly kiválóan fontos elektromos áram erősségét mérő eszközök — a galvanométerek —, mind tükörleolvasással vannak berendezve s csak ez képesítette a fizikusokat e téren oly rövid idő alatt — alig egy félszázad — oly rendkívüli eredmények elérésére, mint a minőket tényleg elérték.

A régi kísérleteknek közös tulajdonságuk, hogy igen egyszerűek és könnyen érthetők. De ez a dolog természetéből foly. A természeti tűnemények megismerésében bizonyos fokozat van. Legelőször is a legjellemzőbb s a tűnemény jellegét alkotó törvényszerűség, a főbb vonások azok, melyeket felismerünk. Mintegy a jelenség vázát kapjuk s csak később újabb és újabb vizs-

gálat után lépnek elő azok a tényezők, melyek a törvényt kiegészítik, módosítják s a tűnemény teljes kidomborított képét adják.

Még egy ilyen egyszerű és nagyon tanulságos száz éves kísérletet akarok bemutatni.

A dörzsölő elektromos gép gyűjtőjére egy függélyes tengely körül könnyen forgó fémkereket helyezek, melynek küllői csúcsos végükön egy irányban meg vannak hajtva. Forgásra indítom a gépet s ime látjuk, hogy a kis kerék a csúcsok hajlásával ellentett irányban forogni kezd. E tűneménynek, melyet Gordon (1712-ben) tapasztalt először, magyarázata az, hogy a kis kerék és a körülötte levő levegő a gép forgatásakor egyneműen elektromosakká válnak és egymást taszítják, ép úgy mint két kis egyneműen elektromossá tett papírkosár. A csúcsoknál, épen a csúcs alakjánál fogva, ez a taszítás (mely a levegő és a kis kerék válaszfelületén feszültséget hoz létre) túlnyomóan erős, úgy hogy itt a csúcs az elektromos levegőt valószínűségi szél alakjában taszítja el magától. De »a hatás mindig egyenlő és ellentett irányú a visszahatással«, mondja Newton. Az eltaszított levegő visszahatást gyakorol a csúcsra s ezt a csúcsokkal ellentett irányban forgásba hozza, ép úgy, mint a puskából kilőtt golyó visszahatása hátrafelé löki a puskát. A hatás és visszahatás annál erősebbek, minél nagyobb az eltaszított levegőnek, vagy a puskánál a golyónak a tömege.

Hogy csakugyan a csúcsoktól eltaszított elektromos levegő, és nem valami kiáramló titkos fluidum visszahatása okozza a kerék forgását, arról igen egyszerűen meggyőző az említett régi kísérlet. Helyezzük a kereket a légszivattyú harangja alá, ritkítsuk ott meg a levegőt s minél ritkább lett a levegő, annál lassabban fog a kerék forogni; végre a ritkítás egy bizonyos fokán túl, a mikor az eltaszított levegő tömege épen a ritkítás miatt igen kicsiny, visszahatása többé nem képes a kerék surlódását legyőzni, nem jöhet a kerék

mozgásba, bár mennyire forgatnám is az elektromos gépet. És lassanként ismét forgásba kell jönnie, a mint a borító alá fokonyként levegőt bocsátok.

Ha e kísérletet így e régi szivattyú zöld borítója alatt végre is hajtanám, Önök abból alig látnának valamit, azért én azt a modern segédeszközök felhasználásával fogom bemutatni és láthatóvá tenni. E célra a Duboscq-féle vetítő eszközt (elektromos fény, tükrök és lencsék segélyével) használom fel, mely lehetővé teszi, hogy oly tünemények képét is az ernyőre vethessük, melyek vízszintes lapon mennek végbe. Erre az eszközre állítom a mintegy 5 cm. magas, alul és fölül üveglappal elzárt fémhengert, melyben a kis forgó kerék van elhelyezve.

Az ernyőn látható a kis kerék képe. Kiszivattyúzom az edényből a levegőt és forgatom az elektromos gépet. A kis kerék, ennek daczára, mozdulatlan marad. De lassan forgásba jő, a mint a levegőt lassanként ismét beeresztem, s ezzel igazolja, hogy az eltaszított elektromos levegő visszahatása az, a mi forgásba hozza.

Ezek után, azt hiszem, megállapíthatjuk a különbséget, a mi a fizikai kísérletezés terén a múlt század és a ma között van.

A régiek kísérletei inkább a tünemények minőségére, előállításukra vonatkoztak. Különböző jelenségek összefüggésének megállapítására alig törekedtek, de nem is törekedhettek. Hiányzottak mérőeszközök s azokat legnagyobbbrészt csak az érzések helyettesítették. De épen ez teszi becsessé és halhatatlanná azon kiváló fizikusok érdemeit, kik megvalósították azt, a mit az emberiség egyik legnagyobb elméje lehetetlennek tartott és kezdetleges műszerekkel is kivették a természetből azt, »a mit szel leme önként nem tár ki«.

Mai eszközeinkkel képesek vagyunk mindenféle mérésekre, hogy az egyes tüneményekre vonatkozólag pontos szám-

adatokat kapjunk, melyeknek viszonyában bizonyos állandó törvények vannak kifejezve. Ezek alapján a különböző formában nyilatkozó jelenségek között, mint mozgás, hő, fény, elektromosság egy általánosabb és a természet jelenségeinek egy nagyobb körét egyesítő összefüggést állapíthatunk meg. És ezekkel a rendkívül finom, pontos eszközökkel a természet mind finomabb szövevényébe és összefüggésébe hatolunk s mindinkább haladunk oda, hogy a változatos tünemények összességét egy reális rendszerbe foglalhassuk, úgy hogy azokban nem a természet megfejthetetlen játékait, hanem állandó törvények szerint működő nyilvánulását lássuk.

Hogy ezek az eszközök mind finomabbakká válnak, hogy az emberi elme ezeket még mind tökéletesíteni fogja, az bizonyos. Hogy a haladás ebben az irányban hova vezet, arra ki adhatja meg a feleletet!

Előadásom kezdetén utaltam arra, hogy a minő szerepe volt a XV. és XVI. század renaissance-ában a költészetnek és művészeteknek, olyan szerepe volt az ember szellemi életében a fizikai kísérleteknek a XVII. és XVIII. században.

Vajjon pusztá divat volt-e ez? Vagy pedig az emberi elme tekintetének egy új irányulása? Véletleneket a természetben el nem fogadhatunk, s így én inkább az utóbbi vagyok hajlandó hinni.

Látjuk, hogy a mióta a modern fizika korát éljük, mi mindenre vezetett rá bennünket. Szárnyat kapott fantáziánk itt is, de nem ideális értelemben vett szárnyakat, hanem reálisokat, melyek tényleg emelnek bennünket a találmányok mind magasabb régióiba!

Ki tudja, hátha a szabad, költői eszmészárnálásoktól a természettudományok vették át az emberi intelligencia emelésének szerepét! Ha igen, akkor ezek az eszközök, az ember intelligenciájának, ha nem is szárnyai, de szárnytollai.

DR. KLUPATHY JENŐ.



## MEGEMLÉKEZÉS KIRCHHOFFRÓL.

A míg az élők sorában tudtuk őt, értékét, mint tudóst és mint emberét, már jól ismertük, s mégis csak most, midőn a földi szemhatárról letűnt, érezzük igazán: mi volt ő s mit veszített benne az emberiség.

Mert ama férfiú, ki évek óta tartó szenvedés után múlt évi október hó

17-ikén szemeit örökre lehunyta, fejedelem volt az emberi szellem birodalmában; az ő nevét emlegetni fogják a késő nemzedékek is, a meddig a természet iránti fogékonyság az emberi kedélyben élni fog. Feledhetetlen emlékű lesz Kirchhoff neve a természettudományok történetében, mert ő a jelenségek



*G. Kirchhoff.*

világáról való ismereteinket alapjaiban szélesbítette ki, úgy hogy ma már száz és száz tudós épít az ő rakta alapkővekre.

Midőn esorokat Kirchhoffnak, a híres fizikus emlékének szentelem, ezt annál szívesebben teszem, mert így alkalmam nyílik, hogy szeretve tisztelt tanárom iránti mély hálámnak némi gyenge kifejezést adjak.

A szellemileg valóban nagy ember élte folyása mindig érdekes. Nem értem itt csupán csak külső élete változatainak felsorolását. Oly buvárkodó szellem, a milyen Kirchhoff volt, nem keresi a külső szereplést; az ilyent csak a természet jelenségeinek tanulmányozása elégti ki, a tudományt csak önnön magáért kedveli. Mint a költő mondja, magános

kamrájában rajzol jelentős köröket, hogy kutatva lesse meg az alkotó szellemet. Oly férfúró, mint ő volt, csak akkor nyújthatunk helyes képet, ha külső és belső életének fő mozzanatait eléánkbe állítjuk.

A míg a tudós vagy művész az élők között van, családi és magán viszonyait nem szoktuk kutatni, de azzal szemben, ki életét immár befejezte, arra törek-szünk, hogy egész élete minden viszo-nyairól minél teljesebb képet nyújthas-sunk.

E sorok írója, — volt tanárának, Helmholtz-nak szíves közbenjárására — Kirchhoff legidősb fiától atyja életére vonatkozólag igen bő adatokat kapott; azonkívül Dr. Volkmann, a köungsbergi egyetem tanára, szíves volt a tudós szülővárosában a reá vonatkozó adato-kat összegyűjteni és megküldeni.

1824. márczius hó 12-ikén Imma-nuel Kant hazájában, a poroszországi Königsbergben, Kirchhoff bírónak (ak-kor még Landrichter, később Justiz-rath) született a harmadik fia, kit Gustav Robertnek kereszteltek. Az első iskolákat a Knauth-féle magánintézet-ben járta; gimnáziumi tanulmányait a Kneiphöf-féle városi gimnáziumban foly-tatta és fejezte be, melynek 5 1/2 évig volt tanítványa; a »primában« két évet töltött. A matematikából Joh. Friedr. König volt a tanára, az ismeretes pá-rizsi akusztikai eszközök készítőjének atyja. Tizenennyolcz éves korában, 1842-ben, húsvétkor állotta ki az abiturienti vizsgálatot. Megjegyzésre méltó, hogy a leendő nagy tudós a gimnáziumban még nem igen adta jelét kiváló tehetsé-gének, a mennyiben hét abiturientis kö-zött ő volt a »hatodik« az érdemsorban. »Itt helyben a matematika tanulmá-nyozására akarja magát adni« — ezt a fogalmazásában némi kételkedést kife-jező megjegyzést találjuk Kirchhoff neve mellett. Két idősebb fivére ugyan-ezen gimnáziumon 1839-ben állotta ki az érettségi vizsgálatot: az egyik a 19 éves Karl Johann, a másik a 17 1/2 éves Otto Friedrich. Az első a jogi, a másik

az orvosi pályára lépett. A legidősb fiú jelenleg birodalmi törvényszéki taná-csos (Reichsgerichtsrath) Lipcsében, a második — ha jól vagyunk értesítve — már régebben meghalt, mint orvos Brombergben.

A három testvér közül a legfiata-labb, Gustav Robert Kirchhoff tehát 1812/43. téli félévében a régi híres köungsbergi egyetemre iratkozott be, az »alma Albertiná«-ra. E főiskolán a jelen század közepe táján, a midőn Kirchhoff az egyetemre jött, a mathe-matika, a fizika és a csillagászat igen jól volt képviselve. Matematikát tanított 1827 től 1842-ig Karl Jakob Jacobi és utána Friedrich Julius Richelot, azon kívül Ludwig Otto Hesse; fizikát taní-tott Franz Ernst Neumann, a német fizikusok jelenleg 89 éves nestora, ki különösen elméleti optikai vizsgálatai-ról ismeretes; a csillagászatot a híres Bessel tanította, ki 1846-ban, Kirchhoff tanulói ideje alatt halt meg.

Azon időben, a midőn Kirchhoff szülővárosának egyetemébe lépett, a fizika terén, melyhez a matematikától átpártolt, élénk mozgalom uralkodott. Épen 1842 az az év, melyben egy nagy, egy új korszakot bevezető felfedezés igénytelen kis cikkbe, mint egy igen szerény köpenybe burkolva lépett be a tudományos vélemények arenájába, a nélkül azonban, hogy ezt a szerényen, még hozzá meglehetősen esetlenül fel-ruházott gyermeket valaki csak figye-lemre is méltatta volna. Hisz atyja: a félreeső Heilbronnban orvos-doktor, nem is volt a fizika czéhbéli mestere; és a hely, hol a küzdőtérre bocsátotta: a Wöhler-Liebig-féle chemiai folyóirat sem volt az a hely, a hol valaki a fizi-kára vonatkozó jelentékeny dolgot keresett volna. Ha még hozzávesszük, hogy a heilbronni orvos, Julius Robert Mayer az értekezésnek: »A szervetlen természetben előforduló erőkről való megjegyzések« kissé szokatlan címet adott, úgy egyáltalában nem csodálko-zhatunk, hogy a benne foglalt fontos eszmék az elismerésre oly sokáig vár-

tak. Csak midőn Angliában Joule és Rankine, Dániában Colding ugyan-  
 ebbeaz irányba vágó vizsgálataikat közzé-  
 tették, mindenek előtt pedig, midőn  
 Mayer hazájában Helmholtz 1847-ben  
 »Az erő megmaradásáról« című érte-  
 kezését megírta, melyet aztán különösen  
 Clausius dolgozatai követtek, bírt las-  
 sanként Mayer elmélete a tudományban  
 gyökeret verni, hogy mint a századunk-  
 ban felfedezett kétségkívül legfontosabb  
 természettörvény teljesen érvényre jut-  
 hasson. Az optikában Fresnel vizsgálatai  
 alapján, a fény hullámelmélete ez  
 időben küzdötte le végkép régi ellen-  
 felét, a kiáramlásnak Newtontól felállít-  
 ott elméletét, s a theoretikus fizikának  
 jutott a feladat, hogy az elméletből  
 a matematikai következtetéseket le-  
 vonva, ezeket a tényekkel összehason-  
 lítsa. Göttingenben Gauss és Weber  
 kutatták a Föld mágnesi állapotát.  
 Green angol tudós már 1828-ban közzé-  
 tette értekezését a matematikai analí-  
 zisnek az elektromosságra és mágnes-  
 ségre való alkalmazásáról. Következme-  
 nyekben igen termékeny egy mechanikai  
 elmélet van az angol tudós dolgozatá-  
 ban felállítva, csak hogy róla az érdekel-  
 tek akkoriban tudomást sem vettek;  
 oly annyira, hogy Gauss sokkal később-  
 ben — a nélkül, hogy Green értekezé-  
 séről tudott volna — ugyanez elmélet  
 legfontosabb tételeit újonnan felfedezte  
 és a következő című értekezésben:  
 »Általános tantételek a távolság négy-  
 zetével visszás arányban ható vonzó és  
 taszító erőkről« 1839-ben közzétette.  
 Csakis a Gauss-féle dolgozat útján  
 lett ez az úgynevezett potenciál-elmélet  
 a szaktudósok előtt ismeretes, mely  
 elmélet a nehézség theoriáján kívül  
 különösen az elektromosságról és mág-  
 nességéről szóló tanban játszik nagy sze-  
 repet. Legjelentékenyebb volt azonban  
 minden esetre a haladás az elektromos-  
 ságról és a mágnességről való ismeret-  
 körben. Georg Simon Ohm 1825-től  
 1827-ig végezte kísérleteit az állapotott  
 (stationær) galvánáramról, melyeket  
 1827-ben »A galvánláncz, mathemati-

kailag feldolgozva« cím alatt közzétett.  
 Ez a nevezetes mű foglalja magában  
 az ismeretes Ohm-féle alaptörvényt, a  
 mely szerint az áram erőssége az áram-  
 ban érvényesülő elektromindító erővel  
 egyenes, az ellenállások összegével visz-  
 szás arányban áll. E törvényt az állandó  
 galván-elemeknek 1836-ban történt fel-  
 találása után egy évvel később Pouillet  
 kísérleti úton is bebizonyította. A nagy  
 angol tudós Faraday az elektromos-  
 ságot és mágnességet illető kísérlet kuta-  
 tásaiban ez időtájt az elektrochemiai  
 elmélet felállításával volt elfoglalva.

Ilyen volt, nagy vonásokban rajzolva,  
 a fizika állapota, midőn Kirchhoff az  
 egyetembe lépett. Jóllehet a gimnázium-  
 ban valami nagy tehetséget nem fedez-  
 tek fel benne, a matematikai tudomá-  
 nyokban mégis csakhamar kiváló ké-  
 pességet árult el. Ama boldog emberek  
 egyike volt ő, kiknek szellemök irá-  
 nya határozottan kijelöli a hivatást, úgy  
 hogy habozás nélkül követhetik az elé-  
 jök szabott ösvényt. Már mint a mathe-  
 matikai-fizikai szeminárium tagja, tehát  
 még tanuló korában tette közzé első ér-  
 tekezését a Poggendorff-féle »Annalen  
 der Physik und Chemie« című folyó-  
 iratban a következő cím alatt: »Az  
 elektromos áramnak síkon, különö-  
 sen köralakú síkon való átmenetéről«.  
 (Pogg. 64. köt. 1845). Az érteke-  
 zéshez csatolt megjegyzésben foglaltatik  
 ama két tétel, mely az Ohm-féle tör-  
 vény kibővítésének és általánosításának  
 tekinthető. Eme dolgozatával, mely  
 egész modorában a későbbi mintaszerű  
 értekezésekre emlékeztet, ha egyebet  
 nem is ír vala, helyet vívott volna ki ma-  
 gának a leghíresebb fizikusok sorában.  
 A következő évben előbbeni cikkéhez füg-  
 geléket közölt. Ebben a fémlemeznek,  
 melyen galvánáram foly át, a mágnesűre  
 való hatását tárgyalja. (Pogg. 67. köt.  
 1846.) Kirchhoff az egyetemen a követ-  
 kező tanulmányokat végezte: Rosen-  
 kranznál hallgatott logikát, Dulknál  
 kísérleti chemiát, Hessenél analitikai  
 geometriát, a differenciálegyenletek  
 elméletét, integrál- és variációs számí-



tást, Richelotnál analízist, az elliptikus függvények elméletét, az Abel-féle függvények tanát, Besselnél mechanikát, Neumannnál elméleti fizikát, fénytant, a mágnesség, galvánelektromosság, rugalmasság és hajcsővesség elméletét. A filozófiai doktori cím elérésére 1847. aug. 2-ikán nyújtotta be a következő című dolgozatát: »Az állandó meghatározása, melytől az indukált elektromos áramok intenzitása függ (megjelent Pogg. 76. kötetben. 1849). Erről a dolgozatról Neumann a következőképpen nyilatkozik: »A dolgozat tudományos beccsel bír; közzétéve, ugyanabban az elismerésben fog részesülni, mint a szerzőnek a Poggendorff-féle folyóiratban már eddig megjelent dolgozatai. Mint a többi, úgy ez a dolgozat is nagy reményekre jogosít a szerzőtől várható jövőbeli tudományos működést illetőleg.« 1847 szeptember 4-ikén promoveáltatott: »propter insignem rerum physicarum et mathematicarum cognitionem, tum dissertatione tum examine rigoroso comprobata«.

Következő tavasszal Berlinben mint magántanár habilitálta magát. De csak két évig maradt ott, mely idő alatt az előbb említett folyóiratban még néhány fontos dolgozatot közölt; az elsőnek címe: »Azon egyenletek feloldásáról, melyekre a galvánáramok vonalszerű eloszlásának vizsgálata vezet«. (Pogg. 72. köt. 1847.) Ez értekezésben a tőle felfeltalált két törvényt dróttrendszerre alkalmazza és az egyes vezetékek számára az elágazó áram erősségét számítja ki. Egy másik értekezés címe: »A vonalszerű vezetőrendszerben keringő galvánáram erősségére vonatkozó képletek alkalmazhatósága oly rendszerekre, melyek részben nem vonalszerű vezetők közül állanak«. (Pogg. 75. köt. 1848.) Fontos a következő értekezése: »Az Ohm-féle törvénynek az elektrosztatika elméletén alapuló levezetéséről«. (Pogg. 78. köt. 1849.) Ohm a galvánáramlás törvényét levezetve, oly feltevésekből indult ki, melyek az elektrosztatikai tünetmények magyarázatában kiindulásul szolgáló

feltevésekkel merő ellentétben állanak. Ohm szerint az elektromosság valamely vezetőben akkor van egyensúlyban, a midőn annak egész térfogatát egyenlő sűrűséggel betölti, holott úgy az elmélet, mint a tapasztalás mutatja, hogy az elektromosság a vezetőn akkor van egyensúlyban, ha csupán annak felszínét borítja. Kirchhoff megmutatja, hogy az Ohm-féle képletek az elektromos tasztítás elektrosztatikai törvényéből lezármasztathatók, ha bizonyos, az elektrosztatika elméletében nyitva hagyott feltevésekből indulunk ki.

Már 1850-ben kapott Kirchhoff meghívást egyetemi tanszékre: a fizika rendkívüli tanárául és az egyetemi fizikai intézet társigazgatójául hívták meg Breslauba, hol Robert Bunsennel ismerkedett meg, a híres chemikus-sal, kit 1854-ben Heidelbergbe követett, midőn rendes tanári minőségben ide hívták meg. Ez időben megjelent dolgozatai legjobban mutatják, hogy tudósunk akkoriban mivel foglalkozott. A Crelle-féle matematikai folyóiratban (40. köt. 1850) megjelent: »Rugalmas korong egyensúlyáról és mozgásáról«, hol Sophie Germain és Poisson elméleteit kijavítja; továbbá »Egy köralakú rugalmas korong rezgéseiről« (Pogg. 81. köt. 1850), ugyanezen tárggyal foglalkozik. Továbbá megemlítenédők: »Egy határtalan kiterjedésű, lágyvashenger indukált mágnességéről« (Crelle 48. köt., 1853), »Az elektromosság mozgásáról drótokban« (Pogg. 100. köt. 1857) és »Az elektromosság mozgásáról vezetőkben« (Pogg. 102. köt. 1857). Az előbbi dolgozatban az elektromosság mozgásának elméletével foglalkozik, ha vonalszerű vezetők vannak; a második ugyanezen elméletnek érvényességét mutatja akár mily alakú vezetőkre. E két értekezés az ismeretes Weber-féle elektromos alaptörvény legfontosabb alkalmazását foglalja magába. Az első a galvánáramra felállított Weber-féle alapfeltételből indul ki, hogy t. i. az áram két egyenlő nagy, de ellentett irányban

áramló elektromos tömegekből áll, azonkívül a Weber-féle állandót használja mértékül. A második értekezésben levezeti a nevére keresztelt három híres differenciálegyenletet, melysok későbbi dolgozatnak szolgált kiindulójául. Kirchhoff maga használja ezt az elméletet az elektromosság vezetésének megvizsgálására egy hengerben, p. o. telegráf-kábelben. Ha nagy az ellenállás, az következik belőlük, hogy az elektromosság úgy terjed, mint a melegség, és hogy az inductiónak nincs észrevehető hatása. A következő három értekezés a hőtan-nal foglalkozik: »A mechanikai hőelmélet egyik tételéről és néhány alkalmazásáról« (Pogg. 103. köt. 1858.), »A fagyponthoz közel álló mérsékletű vízgőz feszültségéről« (Pogg. 103. köt. 1858.), »A víz és kénsav keverékéből fejlődő gőzök feszültségéről« (Pogg. 104. köt. 1858.). A rugalmassági elméletre ismét visszatért a következő dolgozatokban: »Végtelen vékony rugalmas pácza egyensúlyáról és mozgásáról« (Borchhardt math. folyóirat 56. köt. 1858), »A harántos összehúzódás és a hosszbeli kiterjedés közti viszony rugó keménységű aczépálczáknál« (Pogg. 108. köt. 1859). Optikai vizsgálatai felé közeledik a következő dolgozatával: »Az Arragonit optikai tengelyeitől képezett szögről, különféle Fraunhofer-vonalokra nézve« (Pogg. 108. köt. 1859).

Heidelbergben élte Kirchhoff életének legszerencsésebb szakát. Közel barátságban állott munkatársával, Bunsennel; Helnholtztot már Berlinből ismerte; itt kötött barátságot a következő híres tudósokkal: Zellerrel, az ismeretes filozófussal, Haeusserrel, a történetíróval, Vangerowval, a híres jogásszal és Kopppal, a számos derék dolgozatáról s a chemia történetét tárgyaló jeles műveiről ismeretes fizikus- és chemikussal.

Ez időben alapított Kirchhoff családot; 1857-ben volt tanárának, a köningsbergi matematikus Richelotnak leányát, Klárát vezette oltárhoz. Így érkezett meg az 1859-iki esztendő, melyben Kirchhoff a világot a szín-

kép-elemzés nagyszerű felfedezésével ajándékozta meg. Valamint az általános nehézkes felfedezését és minden más nevezetes felfedezést a mesék egész hálózata vesz körül, így van ez a színképelemzés feltalálásával is, jóllehet ama kutatók egyike, kinek része volt benne és sok más, kinek szeme előtt ment végbe, még ma is él.

A színkép-elemzés a tudomány történetében mindenkoron előkelő helyet fog elfoglalni, mint a legszebb és leg-szerencsésebb tudományos gondolatok egyike. Következményeiben rendkívül eredményes és gazdag; alapgondolata az igazi nagy természettudományi felfedezések jellemét tünteti elő. A fény-sugár állapotának tanulmányozásából, annak alkotó részeire való szétszedése útján megismerni a fényforrás természetét, fizikai mibenlétét és chemiai alkotását, ez valóban nagyszabású felfedezés. E felfedezés lényege pedig az a törvény, melyet Kirchhoff talált: az emissio és absorptio viszonyának a törvénye, mely, a felfedezőnek szavaival kifejezve, következőkép hangzik: »Bizonyos mérséklet mellett ugyanazon hullámhosszaságú és a polározás ugyanazon állapotában levő sugarakra az emissio- és absorptio-képesség hányadosa minden testre nézve ugyanaz. E törvény a sugárzó hőre nézve és így a fénynek érzett sugarakra nézve is érvényes. Az emissio-képességen ez esetben azt a sugármennyiséget értjük, melyet a testből képezett határtalan kiterjedésű lemez az egyik felén kibocsát, absorptio-képesség ellenben az a sugármennyiség, melyet ugyanez a lemez a reáeső sugármennyiség egységéből elnyel. Kirchhoff fontos törvényéből következik, hogy valamely izzó test, mely csak bizonyos hullámhosszaságú fénysugarakat képes kilövellni, csakis ugyanezen hullámhosszaságú sugarakat képes elnyelni. Minthogy pedig a prizma a különféle hullámhosszaságú sugarakat a színkép hosszában egymás mellé fekteti, világos, hogy a Nap színképében előforduló fekete, azaz elnyelési csíkokból a Nap felszínének alkatrészeire le-

het következten. Newtonnak sikerült a Napsugarat részeire szétbontani, az által, hogy üveghasábon vezette keresztül; ekként a különféle törési sugarak, a maguk hullámhosszai szerint szétterjesztve, a szivárványszínű spektrumot alkotják. Wollaston látott először 1802-ben a Nap színeképében sötét csíkokat, tíz évvel később Wollastontól függetlenül Fraunhofer látta őket. Kitűnő optikai segédeszközeivel beható vizsgálat alá véve őket, több mint 500 vonalnak helyzetét pontosan meghatározta. Ő volt egyszersmind az, ki e vonalak főcsoportjait betűkkel jelölte meg. Mindenki érezte, hogy a színeképben egyenetlen csoportokban, de jellemzően eloszlott eme vonalak különös jelentőséggel bírnak, de még egy félszázadnak kellett elmúlnia, míg Kirchhoffnak sikerült a természetnek ezt a rejtvényét megfejtetni, hozzá a kulcsot megtalálni. A fentemlített törvény segítségével képes volt azt a fontos következtetést vezetni le, mely szerint a Nap spektrum sötét vonalaiból a Nap légkörének alkatrészei meghatározhatók. Kirchhoff erre vonatkozó első közleményét a berlini akadémia 1859-ik októberhavi értesítőjében találjuk. Erre a rövid értesítésre gyors egymásutánban egész nagy sorozata következett a dolgozatoknak, melyekben a saját és Bunsennel együtt véghezvitt vizsgálatai vannak leírva. A következő dolgozatokat említjük meg: »A fény és a meleg emissiójának és absorptiójának összefüggéséről« (Berl. akad. értesítő 1859. decz.), »A Nap spektrumára és a kémiai elemek színeképeire vonatkozó vizsgálatok« (Berlini akad. értekezései 1861 és 1862, 2 rész, mint külön kiadvány 3 kiadásban jelent meg). E dolgozatban foglaltatik az emissio és absorptio viszonyáról szóló törvény levezetése. Bunsennel dolgozta ki a »Kémiai analízis színekép-észlelések nyomán« című értekezést (Pogg. 110. köt. 1860), melyben a két tudós a földi anyagok színeképeire vonatkozó tapasztalatai foglaltatnak.

A mint minden más fontosabb fel-

fedezésnél, különösen ha ez oly nagy gyakorlati fontosságú, mint a Kirchhoffé, itt is mindenféle elsőégi igények támadtak. Kirchhoff maga, az ő kinosan szigorú jogérzelmétől vezérelve, maga kiemeli, hogy Angström és Balfour Stewart az emissio- és absorptióképességre vonatkozó törvény felismeréséhez közeledtek ugyan, a nélkül azonban, hogy azt egyáltalában formulázni vagy még kevésbbé, hogy bebizonyítani képesek lettek volna. Később Kirchhoff egy külön cikkben, melynek címe: »Megjegyzések a színekép-elemzés és a Nap légkörének analízise történetéhez« (Pogg. 118. köt. 1862.) a különböző tudósokat illetőleg, kiknek csak némi jogcímök volt, mintha a felfedezésre valami igényt tarthatnának. ezen igényeket, mondhatjuk inkább az ellenpártra, mintsem magára nézve részrehajlóan, megvizsgálja. De azért határozottan óvást tesz William Thomson nyilatkozata ellen, a ki Stokes számára elsőégi igényekkel lépett fel, mintha ez az angol tudós, Kirchhoffot megelőzőleg, már egy évtizeddel előbb a Nap és az álló csillagok chemiájának alapelveiről beszélt volna. Most, midőn Kirchhoff meghalt, Thomson barátja: P. G. Tait, az edinburgi egyetemen a fizika tanára, a »Nature« című angol természettudományi folyóiratban, Kirchhoffról írt nekrológban beismeri, hogy Kirchhoff Balfour Stewart és Stokes dolgozatairól és véleményeiről mitsem tudva, önállóan alkotta meg a színekép-elemzést. Az egészen részrehajlatlan bíráló nézetét, úgy hisszük, a következőkben foglalhatjuk össze: »Kétséget nem szenved, hogy Kirchhoff felfedezését e tárgyra vonatkozó rendkívül fontos, de összefüggéstelen és részben egymással ellenmondásban levő megfigyelések egész sorozata előzte meg, de okvetetlen szükséges volt, hogy Kirchhoff mélyreható, rendező szelleme a tünemény mechanikai hőelméleti alapjáig hatoljon le, mely alapon a Fraunhofer-féle vonalak elmélete nyugszik. Kirchhoffé volt az alkotó szózat, mely



a különféle, részben egymásnak ellentmondó nézetek chaoszából a színeképlemezést létrehozta.« Kirchhoff maga a Nap-spektrumból, a *D* Fraunhofer-féle vonaltól kezdve, egy részt mért fel, mely az *F* vonalon túl egy bizonyos helyig terjedt. Ez a rész az egész színeképben a legvakítóbb, s így Kirchhoff szembajzt szerzett, mely kényszerítette vizsgálatait félbeszakítani. Egyik tanítványa Hofmann Károly, jelenleg m. kir. főgeológus, a Nap-színekép hátralevő részét *A* és *D* és ama bizonyos, az *F* vonalon túl levő helytől a *G* vonalig vette fel. Kirchhoff még a későbbi években is kénytelen volt szeméit nagyon kímélni, úgy hogy egy már megkezdett hangerősségi vizsgálatot félbe kellett szakítania, minthogy az ott előforduló mérésnél, midőn sötét szobában egy bizonyos fényes foltnak szélességét kellett meghatároznia, úgyis már megtámadott ideghártyáját túlságosan ingerelte. E sorok írójának jutott a szerencse, hogy ép szemét a mester szolgáltatában felhasználva, ama vizsgálatokat folytathatta.

Kirchhoff felfedezése oly természetű volt, hogy annak nagy fontosságát nyomban felfogták. Szerzőjét ez okból csakhamar a legtekintélyesebb tudományos akadémiák igttatták tagjaik sorába. A berlini akadémia 1861. október 24-ikén tartott összes ülésén a fizikai-mathematikai osztály levelező tagjává választotta, rendes tagjává pedig 1870-ben lett. Nem késtek a többi tudományos társulatok sem, a kitünő tudóst külső tagjukká választani; így pl. a párizsi Institut, a londoni Royal Society, a bécsi akadémia, az olasz Accademia dei lincei és számos más. Halálát ezekkel együtt gyászolja most a magyar tudományos akadémia is, mely az elhunytban egyik külső tagját veszítette el.

A Nap-színekép körüli vizsgálatokra következő idő csendes munkában telt el. Kirchhoff neve a világ minden részéből Heidelbergbe gyűjtötte össze a fizikával foglalkozókat. Az ötszáz éves régi »Ruperto Carola« egyeteméizidőben

a leendő természetbuvárokra nézve nagy vonzó erővel bírt. Kirchhoff, Helmholtz és Bunsen neve a heidelbergi egyetemenek oly fényt kölcsönzött, mellyel semmi más német egyetem nem versenyezhetett. Ebben az időben Kirchhoff leginkább elméleti kérdésekkel foglalkozott. Az elektromosság köréből: »Az elektromosságnak két golyón való eloszlásáról« (Crelle. 59. köt.), »A leydeni palaczk kisütésének elméletéhez« (Pogg. 121. köt.), »A vasban indukált mágnesség elméletéhez« (Pogg. Ergänzungs. V.). Ez időből valók vizsgálatai a gázok melegvezetéséről és belső surlódásáról; ú. m.: »A gáz melegvezetésének befolyásáról a hangrezgésre« (Pogg. 134. köt.); a hidrodinamikából: »Forgási testnek mozgása folyadékban« (Borchardt-féle math. folyóirat 71. köt.), »Két végtelen vékony, folyadékba mártott merev gyűrű látszólagos kölcsönhatásáról« (Borch. 71. k.), »A szabad folyadéksugarak elméletéhez« (Borch. 70. köt.).

Az 1867-iki év folytán Kirchhoffot az a balszerencse érte, hogy a lépcsőn lemenve, lábát a bokában oly szerencsétlenül megrántotta, hogy e jelentéktelen okból évekig tartó makacs lábbaj fejlődött, mely teljesen soha sem múlt el, oly annyira, hogy a gyenge testalkotású tudós ezentúl már többé nem örvendhetett teljes egészségnek. A megrándult in zsíros elfajulása két évre láncozta a tudóst a görgő székhez, s kénytelen volt a tábla mellett ide-oda tolatva, tartani előadásait. Sokáig mankón, azután két, végre egy bottal járt. E betegség idejében még az a csapás is érte, hogy 1869-ben neje meghalt, ki négy gyermekkel ajándékozta meg: két fiúval és két leánnyal. Kirchhoff 1872-ben még egyszer nősült; elvette Louise Brömmel kisasszonyt, kivel Becker tanártársa házában ismerkedett meg.

Magnus halála után Berlinben azonnal Kirchhoffra gondoltak, mint oly férfira, ki a fizikai tanszéket méltón tölthetné be. Az 1870-iki év nyarán Du Bois-Reymondot, a berlini egyetemen a fiziológia hírneves tanárát és az aka-

démia egyik titkárát küldték Heidelbergbe, hogy Kirchhoffot igen kedvező feltételek mellett hívja meg Berlinbe. Néhány órai habozás után, a badeni kormány, a heidelbergi egyetem, különösen pedig Bunsennek közbenjárására, maradásra határozta el magát, mire aztán Helmholtzot hívták meg Berlinbe. Még egy második meghívást is elutasított Kirchhoff, míg végre a harmadiknak engedett és 1875-ben húsvétra a német fővárosba költözött, mint az elméleti fizika tanára. Bizonyos sorrend szerint a szilárd és folyékony testek mechanikáját adta elő, a melegség, a fény, az elektromosság és mágnesség elméletét, továbbá válogatott fejezeteket a hidrodinamikából, az elektrodinamikából és a matematikai optikából. Hat évig tartotta ekképen előadásait megszakítás nélkül, azonkívül újabb meg újabb vizsgálatokat tett közzé. Ezek közül kiemeljük a »fényugarak elméletéhez« című, továbbá az elektromos áramlásról hajlított lemezben és a condensator elméletéről szóló dolgozatokat, különösen pedig ama két értekezést, melyben a mágnesi vagy dielektromos polározás okozta alakváltozásról van szó, hol Kirchhoff a Faraday-Maxwell-féle elektromosságtani nézetek elméleti következtetéseit vonja le.

Már 1881-ben érezte Kirchhoff, hogy egészségi állapota komolyan megrendült. Ideges fejfájás kínoztta; az orvosi tudomány tehetetlen volt e bajjal szemben. Ez időben a berlini egyetem tanári kara őt választotta rektorává; egészségi állapota miatt azonban e díszes hivatalt el nem fogadta. Erős kötelességérzete még sem engedett neki nyugtot. Miként fia, Róbert, alólirotnak írja, gyakran csak szellemének egész energiája s vasakarata bírta őt annyira fönntartani, hogy előadását bevégezze. Az utolsó években azonban már többször félbe kellett szakítania előadásait; utoljára az 1885/86-iki téli félévben kezdte meg azokat az elektromosság és mágnesség elméletével. Azóta ugyan még hirdetett, de már nem tar-

tott előadást; még az 1887-iki nyári félévben is hirdette a mechanika előadását.

Az alattomos betegség azalatt szüntelenül pusztított, úgy hogy a gyenge szervezet roskadozni kezdett. Hiába keresett üdülést tengeri és hegyi levegőben, láthatólag gyengült. Még a mult nyarat a regényes fekvésű Wernigerodeban töltötte a Harzban, családja körében; szeptember hó folytán látszólag megerősödve tért vissza Berlinbe. Vasárnap október hó 16-ikán a délutánt még néhány barátja körében töltötte, csak este felé lett rosszúl; lázas állapotban feküdt le és a jövő reggel 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> órakor rövid haláltusa után majdnem észrevétlenül szenderült el örökre. Az orvosok véleménye szerint — holttestét nem boncolták fel — a bajnak székhelye az agyvelő volt. A gyenge testalkotású tudósban lakó hatalmas szellem az utolsó pillanatig ellenállott a romboló betegségnek. Fia különösen hangsúlyozza, hogy szellemileg ép maradt utolsó lehelletéig. »Mit jelentett drága atyám mint tudós« — ezekkel fejezi be Róbert fia e sorok írójához intézett levelét — »azt én kellő módon megtélni nem bírom, mit mi, családja, vesztettünk benne, szavakban ki nem fejezhetem«. Midőn október 20-ikán délelőtt a tudomány e nagy halottját a berlini Matthaei-temetőben örök nyugalomra helyezték, még egyszer fényesen mutatkozott a szeretet és tisztelet, melyet az elhunyt életében maga iránt fel bírt kelteni.

Kirchhoff valódi nagysága az elméleti fizika körében nyilatkozik. Ő csak akkor tesz kísérletet, a midőn vagy a számításaihoz szükséges tapasztalati feltételeket megakarja szerezni, vagy a mikor a számítás útján nyert eredmények reális voltát kísérlet útján akarja igazolni. De ekkor igen elmés megfigyelési és mérési módokat képes kigondolni s kísérleti vizsgálataiban is igen ügyes és szerencsés. A szinkép-elemzés körül végzett vizsgálataiban még az a szerencséje is volt, hogy oly ügyes munkatársra talált, mint a milyen Bunsen. Habár a szinkép-

elemzés Kirchhoffnak legfényesebb vizsgálata, tulajdonképeni irányát és tudományos modorát mégis jobban látjuk a tisztán elméleti dolgozatokban. Mindjárt első értekezése olyan mint egy nyilvános program: mit várhat tőle a tudományos világ? A galvánáramok tanába vágó feladattal foglalkozván, ezek elméletében nagy hiányokat fedezett fel, melyek megszüntetésére az áram elágazásának két törvénye szolgál. Kritika alá fogja majd az egész Ohm-féle elméletet, s ezt egy cikksorozatban mindenféle kiegészíti és tökéletesíti. Megmutatja, hogy az ő törvényei, s ekképen az Ohm-féle törvény is nemcsak vonalszerű, hanem akármily alakú vezető testekre nézve érvényesek, ha ezek egymással érintkeznek és érintkezésök galván áramot ad. Miként hozta az Ohm-féle törvényt az elektrosztatikai alaptételekkel összhangzásba, arról már fönt szóltunk. Kirchhoffnak tudományos stílusa — ha ezen a kifejezésen az önálló gondolkodású és alkotó szellemű tudósoknál tudományuk űzésének modorát értjük — abban áll, hogy az analízisnek minden a legujabb időkig ismeretes eszközével felfegyverkezve fog a probléma megoldásához; átható tekintetével a lényeges elemeket kitalálja, a melyek megmérhetők és a melyeknek tér- és időbeli viszonyaiból a mechanikai összefüggést levezetheti. Mert nézete szerint a mechanikának, s vele az egész fizikának végső célja a tűnemények teljes és legegyszerűbb leírása. Az »ok« kifejezést mellözi. Az erő és a tömeg csak mint kisegítő fogalmak szerepelnek. Kirchhoffnál mindig a fizikai probléma, a természeti tűnemény a fődolog; a számítás csak eszköz a tűneményt meghatározó különböző tényezők pontos kifejezésére. A mint lángeszű felfogásával egy pillantásra megtalálja, hol keresendő az okozatos összefüggés a mérhető mennyiségek között, ép így eltalálja átható matematikai elméjével a tűnemény természetének legmegfelelőbb számítási módszert. Például szolgálhat az elektromos áramlás hajlított

felületben, mely arra a matematikai feladatra vezet: valamely görbe felületet legkisebb részeiben hasonlóan leképezni a síkra. Ugyanez a feladat a condensator elméletéről írt cikkében is előfordul, hol egyenes vonalak határolta síkfelület darab más, szintén egyenes vonalaktól határolt felületdarabon, alakra hasonlóan (conform) leképeztetik. Egy másik érdekes probléma az elektromosság eloszlása két golyón — Poisson és Plana feladata — mely elliptikus függvényekre vezet. Eredeti mindenütt a felfogása, különösen látjuk ezt még a rugalmas testek eltorzításánál alkalmazott eljárásban, midőn a felszíni feltételeket felállítja, továbbá az örvénylő mozgás, a folyadéksugár, a hajcsövesség elméletében és egyebütt.

Két felfedezés van, mely Kirchhoff nevét a fizikában leginkább meg fogja őrizni, az egyik a galvánáram elágazásának két törvénye, a másik az emissio- és absorptio-képesség viszonyának állandóságáról szóló törvény, mely a színkép-elemzés alapja. A mi ez utóbbit illeti, ehhez képest fényes felfedezésekben gazdag századunk alig bír hasonlót nyújtani. Ha Galileiről joggal állítjuk, hogy ő az Aristoteles rakta sorompókat a földi és az égi világ, az elemek és az éter, vagyis a »quinta essentia« világa között lerombolta és teleszkópjával megmutatta, hogy a Hold és a bolygók a mi Földünknek egyenrangú társai, ha Newton később a bolygó rendszerben hajtó rugóul ép azt a nehézségi erőt fedezte fel, mely a mi Földünkön is érvényesül: úgy Kirchhoffé az érdem, hogy a teleszkópnak a prizmával való összekapcsolásával oly eszközt állított elő, mellyel a világegyetem égyenlő anyagi voltát lehet bebizonyítani. »Per-rupit claustra coeli«, »az égnek sorompóit lerombolja« e büszke szavakat használja a berlini elektrotechnikai egyesület elnöke a spektroskop jellemzésére, midőn annak feltalálójáról nekrológot mondott. Kirchhoff eme találmánya a csillagászatot fontos új mellékszárnyal bővítette: a csillagfizika, vagyis astro-

fizika tudományával. Igazán mondhatjuk a költővel, hogy a tudós megleszi az alkotó szellemet, midőn prizmával felerősített teleszkópjával a világtér mélységeiben elmerült ködfoltról megtudja, vajjon még gázállapotban van-e, vagy folyékony, vagy szilárd testté tömörült-e már, megközelítőleg mekkora a mérséklete és mily alkotó részekből áll. A színkép-elemzés segítségével új elemeket is fedeztek fel: Bunsen a Rubidiumot és Caesiumot, Crookes a Thalliumot, Reich és Richter az Indiumot.

Kirchhoff körülbelül 50 nagyobb tudományos értekezést írt; az 1881-ig megjelent dolgozatai »Gesammelte Abhandlungen« (Leipz. 1882) cím alatt jelentek meg; előadásainak egy részét »Vorlesungen über math. Physik« czíme alatt adta ki, mely eddig 3. kiadást ért; továbbá még megemlítendő az »Untersuchungen über das Sonnenspektrum und die Spektren der chemischen Elemente«. (Különlenyomat a berlini akad. értekezéseiből, 2 rész, eddig 3 kiadást ért), végül pedig egy rektori beszéde: »Ueber das Ziel der Naturwissenschaften« (Heidelberg 1863). Előadásainak teljesen kidolgozott kéziratai ott vannak hagyatékában; remélhető, hogy ezeket a sajtó nemsokára átadja a tudományos irodalomnak.

Kirchhoff nemcsak nagy tudós; ő — mit különösen hangsúlyozni kívánok — egyszersmind kiváló, kitűnő egyetemi tanár volt. Gondosan kidolgozott szép és világos előadásaiban előkelően nyugodt modora tükröződött vissza. A milyen könnyedén és biztosan haladt a legnehezebb abstractiók szédítő magaslatain, oly szívesen szállott le a hallgatónak határoltabb szemköréhez.

Hogy a nagy férfúróly nyújtott képünköt befejezzük, végül még személyiségről kívánunk néhány szót szólni. A ki őt jobban ismerte, az nem fogja az egészszemélyisége okozta benyomást egy könnyen elfelejteni. Mind alakja, mind modora a nevezetes férfúróly egész

valóját fejezte ki. Termetre nézve nem érte el teljesen a középtermetet, finom vonású, élesen metszett arcza volt, hatalmas sasorral; kiváló magas homlokára a szünet nélkül folytatott szellemi munka sűrű, finom barázdákat vont; sötétkék szemének átható tekintete azon folyton gyakorolt szokására vallott, hogy elvont tárgyakra szereti feszült figyelmét összpontosítani Kirchhoff rendkívül jószívű, igazságos és nemes gondolkodású volt. Agg tanára, Neumann, még most is emlegeti nagy tanítványának szerénységét, mely kezdetben a bátortalansággal volt határos. Mint tanár, tanítványával szemben megnyerő, szíves volt, úgy hogy hallgatói Heidelbergben, valamint Berlinben a rajongásig szerették. Tudományos vitákban az idegen érdemet mindig készségesen elismerte; legfényesebben bizonyította ezt a színkép-elemzés körüli elsőségi vitában. Midőn ez a felfedezés hírnevét megállapította, saját hazája, valamint különböző más államok siettek címekkel és rendjelekkel kitüntetni. A kitüntetések soha sem kereste, saját becsének mértékét magában hordta, s azt teljes biztossággal tudta alkalmazni. A tudományt csak önmagáért mívelte.

Ime, valóban — a szónak legnehezebb értelmében — nagy ember volt az, kiről e megemlékezés szól. Mint tudós korszakot alkotó felfedezéseket tett; az elméleti fizikának számos hézagát betöltötte; kitűnő tanár volt, ki iskolát alapított; mint ember, nemes, előkelő jelleme miatt, mindenki előtt a tisztelet tárgya volt. A mi benne halandó volt, azt átadták a földnek; szelleme tudományában él; az ő műve, melylyel az emberi tudás határköveit a sejtelmet is túlhaladó messzeségre tolt, az enyészetnek nincs alávetve. A tudomány története Kirchhoff nevét híven meg fogja őrizni és földi napjainak emléke nem vész el soha.

HELLER ÁGOST.

# TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

## I. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

### 1.

**A mechanikai tudományok bizonyosságáról** igen érdekesen és tanulságosan nyilatkozik Bertrand, a párizsi tudományos akadémia egyik örökös titkára a legközelebb megjelent »Thermodynamique« című munkája előszavában. Ma is vannak még sokan, kik azt vélik és azt tanítják, hogy a mechanika elvei és törvényei abszolút igazságok, melyeknek szükségképen állaniok kell. Bertrand példái és fejtegetései e kérdést igen szépen megvilágosítják s úgy szólván szemmel láthatóvá teszik, hogy a mechanika igazságai is csak olyan igazságok, mint a többi természettudományokéi, t. i. tapasztalatiak, nem pedig szükségképek.

Galilei, három évszázaddal ez előtt, — így kezdi B. — azt állította, hogy lehetetlen munkát teremteni. A gépek csak átalakítják azt. A ki mást hisz, mondá Galilei, egy betűt sem ért a mechanikából.

Mikor a páduai tanulók, mesterök szavára esküdve, utána rebegették, hogy »gép soha nem teremtett erő«, ép oly joggal tehették volna azt is, hogy fegyverzetlen szemmel tekintsenek föl az égre, s vakon írják le, csupa bizalomból, a teleszkóp távoli bírodalmát.

A mechanika elvei és törvényei éppen-séggel nem evidensek. Az igazságoknak régi híres felosztása szerint a mechanikát nem a szükségszerű, hanem az esetszerű (contingens) igazságok körébe kell soroznunk. Nem oktalanság az, ha valaki olyan világot képzel, a hol a gépek munkát teremtenek. Ott a perpetuum mobile is lehetséges volna. Es nem is létezik *a priori* semmiféle bizonyíték, a mi e föltevést eltiltaná.

Ismertem egy mechanikust, a kinek az elméje sehogysem bírta a hatást vele egyenlő és ellenkező értelmű visszahatás nélkül elképzelni. A mágnes húzván a vasat, megfoghatatlannak tartotta, hogy a vas is ne húzná a mágnest. Rá nézve bizonyosság volt az, a mit a tapasztalásnak kell igazolni, s ez esetben igazul is. — Mikor Ampère az áramok kölcsönös vonzását fölfedezte, bámulták és pedig méltán; de természetesen gáncsolói is akadtak. Tudván azt, mondá egyik gáncsolója, hogy ez az áram s amaz az áram is hatással van ugyan arra az egy mágnesre, nem evidens dolog-e, hogy a két áramnak is hatással kell egymásra lenni?

Ampère úgy tett, mintha értené a dolgot. Arago azonban két kulcsot vett ki a zsebéből. »Mind a kettő vonzza a mágnest,

mondá, s egymást még sem vonzzák«. Ezzel a csalóka evidentia egyszerre szétfoszlott.

A mechanika elveire óvatossággal szabad csak hivatkoznunk. Kommentárok nélkül nem használhatók. Az eleven erő elve is ilyen. Alkalmazása csak bizonyos feltételek mellett jogos, oly feltételek mellett, a melyeket a felszínesség gyakran hallgatással szokott mellőzni.

Egy öreg tanár beszélt el nekem, hogy mintegy ötven évvel ezelőtt egy tanuló, ki az oklevélre bizton számíthatott, a párizsi Faculté des Sciences-on thézise tárgyául az eleven erő elvének alkalmazását választotta. Az első kérdés, a mit hozzá intéztek, az volt: »bizonyítsa be az eleven erő elvét«. Meglepetésében azt találta felelni: »axiómát nem lehet bizonyítani«. Birái, kiket e felelet szintén nagyon meglepett, megtagadták tőle az oklevelet.

Ma már a meglepetés nem lenne oly nagy. Sok tudós, a kit a könnyű szerrel tanulás intoleránssá tesz, hamarosan rá szereti sütni az olyanra a tudatlanság bélyegét, a ki komolyabb tanulmányok alapján rezerváttákkal mer élni.

Az eleven erő elvén alapszanak azok a nagyra becsült dolgozatok is, a melyek a thermodynamika tárgyát alkotják.

A test molekuláinak belső munkája, bármilyen legyen is az átalakulás, nem függ egyébtől, mint a kezdeti és a végső helyzettől. Ez a thermodynamika alaptétele. Egyszerűen idézik az eleven erő elvét s tovább haladnak.

Az eleven erő elve nem teszi evidenssé ez állítás helyességét, ha csak sok komoly nehézség előtt szemet nem húnynunk.

A molekulák kölcsönös hatásáról föl-tesszük, hogy az őket összekötő egyenes irányában lép föl s hogy csupán a távolságtól függ. *A priori* ez nem evidens; kétség férhet hozzá. A melegség, mondják, az anyagi molekulák mozgása. Ez az eszme nem új. »Mindenütt, a hol a földi testekben elegendő sebesség vagyon, mondá Descartes, ott tűz is van«. Ha el is fogadjuk az állítást, szabad-e következményeit »a hő elméletének« nevezni?

A meleg test jelenléte megmelegíti a szomszédokat is, tehát molekuláik eleven erejét növeszti. De még soha sem látott senki olyan mozgást, mely pusztán a szomszédságnál fogva hatna egy másik mozgásra. Erőknek kell közbe lépni. Honnan jönnek ezek az erők? A felelettel hamar készen vagyunk: az erősen megingatott éterrézszekek, mondaná Descartes, okozzák a hatást.

Az anyagi részecskék hatnak tehát az éterre s ez viszont azokra. E hatások, melyeknek sem törvényét, sem nagyságát nem ismerjük, minden tüneményben szerepelnek; elménkben már mintegy megrögzödtek. Nem is teszünk rólok említést. Az eleven erő elve mindenre megfelel.

Vajjon ezek az erők kielégítik-e a felteteleket, melyek nélkül nem szabad az eleven erő elvét alkalmazni?

A priori semmi sincs, a mi ezt valószínűvé tenné.

Az elefántcsontgolyó leesik a márványlapra; visszapattan, de úgy, hogy a kezdeti szintájánál nem mehet magasabbra: az eleven erő elve tiltja, hogy magasabbra menjen. Ez az argumentum, úgy látszik, döntő. Pedig egy csipetke dinamit, az ütközés helyére hintve, megcáfolná az elméletet. Hogyan eshetik evidens tantétel mégis ilyen hibába? Az ütközés után, s ez a lényeges különbség, a márvány megmarad s a dinamit eltűnik. Hát ha az a láthatatlan és ismeretlen éter is, a mit a márványnak is tulajdonítunk, úgy viselné magát mint a dinamit. Miért ne játszhatná az ütközésnél a márványon levő éter azt a szerepet, a mit a márványon levő dinamit játszik. Miért ne tűnhetnék el onnan az ütközés közben, mint a hogy a dinamit eltűnik. Ki tilthatja ezt a fölrevést? Az éter mennyisége végtelen; nem kell félni, hogy elapadjon. . . .

A geometriában a feltetelek száma sem nagyobb, sem kisebb nem lehet, mint az ismeretlenek száma. Legyen egy egyenlettel több, — a megoldás helytelen; egy egyenlettel kevesebb, — a feladat határozatlan.

A fizikusok nem ily szigorúak. Minden biztos igazság elvé válhatik nálok, minden jól végzett kísérlet megoldhatja a feladatot, s valamely ismeretlen fajta mennyiséget mindjárt ismeretesnek tekintenek, mihelyt valami úton-módon sikerült vele jól megbarátkozniok.

Nyilvánvaló, hogy az ilyen eljárás az építménynek s az alapnak, melyen amaz nyugszik, összetévesztése.

Ha valaki a negyedik emeleten állva, csak arra szorítkoznék, hogy a tető ácsolatát tanulgassa, bizonyára rosszul hatolna be a szerkezet titkaiba, s ha azt mondaná, a mire joga is lenne: az alap szilárd, ez tény; megnyugszom benne s építek rá. Ez az eljárás nagyon hasonlítana ahhoz a módszerhez, a melyet a fizikusok szoktak követni.

Tegyük fel, mindig csak a mechanikai elméletekből merítve példáinkat, hogy mielőtt az egyszerű inga elmélete meg lenne állapítva, a következő két elvre már rájuttunk:

1. A kis lengések tartama mindig független a lengések tágasságától; ez olyan igazság, a mit a kísérlet teljesen igazol.

2. A súlyos pont esése közben szerzett sebessége, — bármilyen legyen is az eléje szabott út hossza és formája, — mindig arányos az átesett magasság négyzetgyökével.

Ez utóbbi igazság a függőleges esés törvényeinek és a perpetuum mobile lehetlenségének szükségképi következménye.

Eme kétségbevonhatatlan két elv meglevén állapítva, vegyünk két ingát, melyeknek hossza 1 a 4-hez viszonyban legyenek egymáshoz s térítsük ki mindkettőjüket egyazon szöggel az egyensúlyi helyzetből, úgy legott látni fogjuk, hogy az egyfektű ívek megfutására szükséges idők a két ingánál úgy viszonylanak egymáshoz, mint 1 a 2-höz. A rövidebb inga lengései tehát 2-szer olyan sebeseek. Az elmékedést ekként általánosítva, rájövünk, hogy a lengés tartama arányos az ingahossz négyzetgyökével. Elég tehát a lengés tartamát csak egy esetben megmérni. A most kifejtett elmélet alapján, minden más lengésre számszerű táblázatot állíthatunk össze s a tapasztalás azt igazolni is fogja.

Ha a fentebbi elmékedést és a belőle levezetett táblázatot valami háromszáz esztendő régi könyvben, például Galilei munkáiban megtalálnók, minden tisztelet dacára, mellyel a nagy fizikus éleseszsűsége eltöltene, mi bizonyára azt mondanók, hogy mindez még nagyon magán viseli a tökéletlenség bélyegét. De gondoljuk csak el, hogy Galilei valamelyik kortársa merete volna azt mondani: »ez mind igen szép és mind igaz, de azért az inga elmélete még nincs megcsinálva« — az ilyen fölszólaló bizonyosan magára vonta volna azt a vádat, hogy a fizikából a tapasztalati igazságok használatát számkivetni akarja. Nem akarjuk őket számkivetni, csak a számukat kell minimumra leszállítani. Az elvek száma, mondhatná valaki, nem határoz; csak igazak legyenek. De igenis nagyon sokat határoz; az elvek számának korlátlan szaporítása minden teoriát elenyésztené.

Mai napság csak mint tapasztalati tény hirdetjük, hogy »a meleg test a szomszéd testeket megmelegíti, ő maga pedig lehűl«; ugyan ilyen tapasztalati tény az is, hogy »a melegség, bizonyos hőmérsék mellett, a mely a nyomástól függ, a folyadékot csupán párologtatja, de többé nem melegíti«. Az ilyen tényeket az elméletnek, ha tökéletes lenne, előre meg kellene mondania s a kísérletnek csak utólagosan igazolni.

Az új módszerek nagy fontosságát korántsem akarja senki kétségbe vonni; csak arra kell ügyelnünk, hogy a határtalan tisztelet el ne ragadjon bennünket. Ne higgyük, hogy minden felleg el van oszlata; tőrjük őket, ha árnyékot vetnek is; valljuk be őszintén s kutassuk mindig az igazságot.

Sz. K.



## 2.

**Az elektromosság újabb mértékegységei.** Az elektromosság a fizikai buvárkodásnak sajátos egy paradoxona. Míg a hang és világosság tűneményeit az emberiség évezredek óta hallja, látja, élvezi, addig az elektromos áramról alig egy évszázada, hogy biztos tudomása van. E különös jelenség oka az, hogy a hang és világosság felfogására és megérzésére aránylag magas fejlettségű halló és látó érzékkel bírunk, míg teljes híjával vagyunk oly érző szervnek, mellyel az elektromosságot *közvetlenül*, mint ilyet, felismerhetnők. A hang forrását már az ókor gondolkodói mozgásban keresték; a fényt, a meleget is mozgásnak ismeri a mai fizika, míg az elektromosság mibenlétéről máig sem tudja, miféle anyagnak miféle mozgása, sőt még egyáltalában azt sem, hogy anyag-e vagy mozgás. Mindamelllett ép ez a titokzatos valami, az elektromosság az, miben a mérő érzékleten magasan tülemelkedő kutató értelem az exakt buvárlat legfényesebb diadalát üli a fizika valamennyi más ága fölött. A hangnak, kevésbbé a fénynek, magassága és sebessége meghatározására elég gyors és biztos módszereink vannak ugyan, de hogy egy adott hang- vagy fényjelenségben hány méterkilogramm mechanikai munka rejlik, mi a hang- vagy fényerősség egysége, megannyi fontos kérdés a technika szempontjából, melyekre a tudománynak mai napig sincs gyakorlatilag kifogástalan válasza. S lám e tekintetben a természettudománynak ez az elkészt szülőtte, az elektromosság tudománya már is messze túlszárnyalta többi testvéreit, a mennyiben az elektromos tűneményekben fölmerülő összes mennyiségekre nemcsak határozott és változatlan mértékegységeink, hanem megmérésekre gyorsan és biztosan működő, érzékeny műszereink is vannak.

A fizika bármely természeti tűneményre nézve befejezettnek tekintti feladatát, ha a tűneménnyel járó *mozgásokat teljesen és legegyszerűbb módon* leírnia sikerült. Ez megvan, ha a mozgó *tömeget* és *helyet* a mozgás folyamának minden időpontjára ismerjük. A térbeli kiterjedés alapja a *hosszaság*. A fizika alapfogalmai tehát: a *tömeg*, a *hosszaság* és az *idő*; a fizika minden egyéb fogalma (mennyisége) visszavezethető e háromra. A *tömeg*, *hosszaság*, *idő egységeivel meghatározott fizikai mennyiségek abszolút mértékrendszer* alkotnak. Abszolútnak — függetlennek — azért nevezzük az ilyen mértékrendszert, mert egységei a helyi körülmények esetleges változásainak vagy a mérő-eszköz minőségének nincsenek alávetve, míg a relatív mértékrendszerek egységei a többi közt, a nehézségerő helyi értékétől függnek; így például:

a  $dm^3$ -nyi  $4^0$ -ú vztömeg (igen közel a *kg*) súlya a nehézségerőtől függ, ez pedig a tenger színe fölötti magassággal s a földrajzi szélességgel változik. E szerint a munka-egységül szokásos méterkilogrammnak is helyről helyre változónak kell lennie; szintúgy minden más fizikai mennyiségnek is, melyben a súly vagy nehézségi gyorsulás mint tényező vagy elem előfordul. Az abszolút mértékrendszerek abban is különböznek a relatív mértékrendszerektől, hogy az utóbbiakban a fizikai mennyiségeket más, nemcsak ugyanoly nemű, hanem ugyanoly nevű mennyiséggel mérjük, mint pl. a fényforrás erősségét más, egységül vett fényforrás erősségével hasonlítjuk össze vagy mérjük meg, míg az abszolút mértékrendszerbeli fizikai mennyiségek mindannyian a *tömeg*, *hossz* és *idő* alapegységeiben vannak kifejezve. A fizika elméletében mai nap szokásos alapegységek: a *centiméter (cm)*, *gramm (g)* és *másodpercz (sec)*; azért ezt a rendszert *cm., g., sec.*-rendszernek vagy rövidebben (*CGS*)-rendszernek is nevezik. E rendszer értelmében: a *sebesség egysége* az a sebesség, mellyel az egyenletesen mozgó test 1 sec. alatt 1 cm. útát fut meg. Péld. a keleti expresszvonat a pozsony-budapesti útát — 213 millió centimétert — 3 óra 43 minuta (13380 sec.) alatt futván meg, sebessége  $= 16000 \text{ cm/sec.}$

A gyorsulás egysége az az egyenletes gyorsulás, mellynél a sebesség 1 sec. alatt a sebesség egységével növekszik. Nálunk a nehézségi gyorsulás  $981 \text{ cm/sec}^2$ . — Az erő egysége (a *din*) az az erő, mely 1 g. tömegben 1 sec. idő alatt a sebesség egységét létesíti. E szerint 1 g. súlya  $981 \text{ din}$ , 1 kg. súlya  $981,000 \text{ din}$ , és így a  $\text{din} \frac{1}{981} \text{ g.}$ , vagyis igen közel 1 mg. súlya.

A munka vagy energia egysége (az *erg*) az a munka, mennyit 1 *din* 1 *cm.*-nyi úton végez. A kilogramméter nálunk annyi mint  $981,000,000 \text{ erg.}$

Lássuk már most egyenként az elektromos mennyiségek értelmezéseit és abszolút egységeit. Az elektromosság elméletében, valamint ennek gyakorlati alkalmazásaiban előforduló mennyiségek a következők: az *elektromos potenciál*; az *elektromosság mennyisége*; az *áram erőssége*; a *vezető ellenállása*; az *elektromos munka* vagy energia; a *vezető kapacitása*.

Mechanikai munkával, rieleggel, chemiai energia árán elektromosságot gerjeszthetünk. Az elektromosság pozitív vagy negatív a szerint, a mint pl. a posztóval dörzsölt gyanta elektromosságára vonzólag vagy taszítólag hat. Valahányszor az egyiket, pl. a pozitív elektromosságot földézzük, mindannyiszor ugyanannyi negatív elektromosság is támad. Ezt Franklin szerint úgy

képzeli, mintha pl. a szörkelmével dörzsölt ebonitpálca kieresztené magából az ebonit elektromos fluidumának egy részét, tehát elektromos fluiduma a természetes állapotban meglevő *rendes* mennyiségen alul csökkenne (negatív elektromos állapot), míg a szörkelme elektromos fluiduma a *rendes* színén felül emelkedik (pozitív elektromos állapot). Szintűgy, ha egy csappal fölszerelt közlekedő edény egyik szárát megszívjuk, a folyadék e szárban a *rendes* színén fölül, másikban azon alól helyezkedik s úgy is marad, ha a csapot még a szívás közben hirtelen elzárjuk. Ha megnyitjuk a csapot, a folyadék a magasabb szintájáról az alacsonyabbra folyik mindaddig, a míg végre a két szárban egyszint nem helyezkedik. E mellett a magasabb szintájú szárban (ha vékonyabb) jóval kisebb lehet a víztömeg mennyisége, mint az alacsonyabb szín helyén. Ugyanígy, ha két különböző hőmérsékletű testet összeértetünk vagy jó melegvezetővel egybekapcsolunk, a meleg amagassabb hőmérsék helyéről az alacsonyabb hőfok helyére takarodik, habár a magasabb hőmérsékű test hőmennyisége sok ezerszer kisebb is az alacsonyabb hőmérsékű test hőmennyiségénél. Az elektromosság is, mintha átömlelnék a jó vezető kapcsolatú két test közt. A mi a vízfolyásra nézve az esés, a meleg vezetésére nézve a hőmérsék, az az elektromosságra nézve a *potenciál*. Ugyanis minden elektromos test a maga környezetét akkép módosítja, hogy az elektromos vonzás és taszítás következtében munkába kerül, ha a test elektromos mezején belül valamely elektromos pontot egyik helyről a másikra akarunk átvinni. A munka, mellyel az elektromos testtől meghatározott távolban levő elektromos egységet az elektromos test vonzása körén kívülre (elemeitileg a végtelen távolba) vihetnők, az elektromos test potenciálja az illető pontra nézve (a honnan t. i. az elektromos egység e munka árán eltávolított). Ugyanennyi lenne az a munka, mellyel az elektromos test az egynemű elektromos egységet a végtelen távolba taszitaná. E szerint a munka, mellyel az elektromos egységet egy pontról a másik pontra visszük, egyenlő a pontokra vonatkozó potenciálok különbségével. E potenciál-különbség mértéke az *elektromindító erőnek*, mely a különböző potenciálú pontok közt elektromos áramlást szül. Az elektromos áram munkája a dörzsölés, az inductio közben végzett mechanikai munkából vagy az érintkező testek kémiai energiájából ered, melyek megszűntével az elektromos áramlás is megszűnik. Minthogy újabbban a mágnesi inductio az elektromos energiának egyik leghasználatosabb forrása, továbbá a legczélszerűbb elektromos mérő eszközeink is leginkább az elektromágnesi hatás törvényein alapsza-

nak, az elektrikusok párizsi kongresszusa abban állapodott meg, hogy az elektromos mennyiségek *gyakorlati* egységei mind az elektromágnesi hatásokból vezetendők le.

1. Értelmezzük a *mágnesség egységét*. A (CGS)-rendszer értelmében a mágnesség egysége az olyan sarkon van, mely egy másik ugyanolyan sarkra 1 cm. távolból 1 din erővel hat.

2. Értelmezzük most az elektromos áram erősségének egységét. Ennek megállapítása az elektromos áram és a mágnes-sark kölcsönhatásán alapszik. Gondoljunk magunknak egy magába visszatérő kör-alakú vezetőt, melyben elektromos áram kering. A kör sugara legyen 1 cm. s a kör középpontjában legyen egy mágnes-sark, s azon épen a mágnesség egysége. Minél erősebb a vezetőben keringő áram, annál nagyobb erővel hat a vezetőnek minden darabkájára a közepén levő mágnes-sarkra. »Azon áram erősségét vesszük már most a CGS-rendszerben 1-nek, melynél a kör-alakú vezető minden 1 cm. hosszú darabja a töle 1 cm. távolságban levő s a mágnesség egységével felruházott sarkra 1 din erővel hat.«

3. Ebből már most önként foly az *elektromosság egysége* az elektromágnesi CGS-rendszerben. E szerint az elektromosság egysége az az elektromos mennyiség, a mely az elektromos áram erősségének egysége mellett a vezető keresztmetszetén 1 sec. idő alatt áramlik át. Mintha pl. azt mondanám, hogy a vízfolyás erősségét valamely csőben akkor veszem 1-nek, ha a csővön minden másodperc alatt 1 kilogramm víztömeg foly át.

4. De a vízfolyás munkaképessége (energiája) nemcsak a másodpercenként leomló víz mennyiségétől, hanem az esés magasságától is függ. Szintűgy az elektromos áram munkaképessége is függ egyrészt az áram erősségétől, másrészt az elektromindító erőttől, mely itt, mint potenciálbeli különbség, az esés-magasság szerepét játssza. A CGS-rendszerben azon áram elektromindító erejét vesszük 1-nek, melynek erőssége is 1 lévén, 1 sec. idő alatt 1 erg munkát képes végezni, vagy más szóval a vezetékét 1 ergnek megfelelő hőmennyiséggel képes fölmelegíteni.

5. A vízfolyás erőssége annál inkább csökken, minél hosszabb úton vezetjük valamely csatornán végig; az elektromos áram is gyengül, ha vezetőjét (ennek anyagát és keresztmetszetét meghagyván) meghosszabbítjuk. A vezetőnek ezt az áramgyengítő hatását *ellenállás* nak nevezzük. A CGS-rendszerben azon vezető ellenállását vesszük az ellenállás egységéül, melyben az elektromindító erő egysége mellett az áram erőssége is 1, vagyis azon vezetőét, mely-

nek végein, a potenciál-különbség egysége mellett, az egységnyi áram foly keresztül.

6. A hőtanban azt a melegmennyiséget, mely a test hőmérsékét  $0^{\circ}$ -ról  $1^{\circ}$ -ra emeli, az illető test hőcapacitásának szokás nevezni. Szintígy az elektromosságnek azt a mennyiségét, mely valamely vezető potenciálját az egységre emeli, az illető vezető *elektromos kapacitás*-nak nevezik. A vezető elektromos kapacitását  $1$ -nek vesszük, ha az elektromosság egysége benne a potenciált  $1$ -re emeli.

A fentebbi (1—6.) pontokban elsoroltuk az elektromosság tanában szereplő mennyiségek elektromágnesi egységeit a CGS-rendszerben. De valamint a gyakorlati életre a centiméter, a gramm és a secundum igen kicsiny mértékegységek, és az ő 100-szoros, 1000-szeres és 3600-szoros nagyságukat vesszük a közéletben a hosszúság, a tömeg és az idő egységeiül, szintígy a gyakorlati elektrotechnikában a CGS-rendszer fentebbi mértékegységei helyett rendszeren nagyobb vagy kisebb mértékegységeket kell vennünk, nehogy igen nagy vagy igen kicsiny számokkal kelljen számolnunk.

Az elektrotechnikusok 1881. évi párizsi kongresszusa erre nézve a következő határozatokban állapodott meg:

I. Az ellenállás gyakorlati egysége 1000 milliószorosa az 5 alatt értelmezett CGS-egységnek. Ez egység neve: *ohm*, a nagyérdemű német fizikus tiszteletére.  $1$  *ohm* tehát annyi mint  $10^9$  CGS-egység; és összehasonlítva az ellenállás régi gyakorlati egységével: a  $0^{\circ}$  mérsékletű,  $1$  mm<sup>2</sup> keresztmetszetű és 100 cm. magasságú higanyoszlop ellenállásával (a Siemenssel) találták, hogy  $1$  *ohm* =  $1.06$  *siemens*; vagyis csak  $6\%$ -kal nagyobb, mint a régi gyakorlati egység.

II. Az elektromindító erő (az elektromos potenciál) gyakorlati egysége 100 milliószorosa a 4. alatt értelmezett CGS-egységnek. Ez egység neve: *volt*, a halhatatlan olasz fizikus tiszteletére.  $1$  *volt* tehát annyi, mint  $10^8$  CGS-egység; és összehasonlítva a Daniell-féle galván elem elektromindító erejével, találták, hogy  $1$  *volt* =  $1.10$  *daniell* (középszámban), vagyis csak  $10\%$ -kal nagyobb  $1$  Daniell-elem elektromindító erejénél.

III. Az áramerősség gyakorlati egysége  $10^{-1}$ -e a 2. alatt értelmezett CGS-egységnek. Ez egység neve: *ampère*, a francia nagy fizikus tiszteletére.  $1$  *ampère* tehát annyi, mint  $10^{-1}$  CGS-egység és  $1$  *volt*  $1$  *ohm*-ban  $1$  *ampère*-t létesít. Összehasonlítva az áramerősség régi gyakorlati egységével (a chemiaival), azt találták, hogy  $1$  *ampère* egyértékű azon áram erősségével, a mely  $1$  sec. alatt a vízből  $10.44$  köbcm.

$0^{\circ}$ C. és 760 mm. nyomású durranó léget állít elő; vagyis mintegy  $10^{11}$ -szer nagyobb a régi chemiai egységénél.

IV. Az elektromosság mennyiségének gyakorlati egysége szintén  $10^{-1}$ -e a 3. alatt értelmezett CGS-egységnek. Ez egység neve: *coulomb* (ejtsd: kulón), a kitünő francia experimentátor tiszteletére.  $1$  *coulomb* tehát az az elektromos mennyiség, a mennyit  $1$  *ampère*  $1$  sec. alatt ad.

V. Az elektromos kapacitás gyakorlati egysége azon condensátor kapacitása, a mely  $1$  *coulomb*-nyi elektromos mennyiséggel megtöltve,  $1$  *volt*-nyi potenciálkülönbséget ad. Ez egység neve: *farad* (ejtsd: fered), a halhatatlan angol fizikus tiszteletére.  $1$  *farad* tehát annyi, mint ezermilliomod része ( $10^{-9}$ ) a CGS-egységnek. De még a *farad* így is igen nagy egység, úgy hogy a gyakorlati mérésekben (pl. a tengeralatti kábeleknél) a farad milliomod része: a *mikrofarad* van használatban. A földgömb kapacitása körülbelül  $710$  mikrofarad.

VI. Az 1881-iki kongresszustól javasolt fentebbi mértékegységeket a gyakorlat tényleg elfogadta, sőt azóta még egy újjal szaporította is; a *voltampère*-rel, vagy más néven: a *watt*-tal. Így nevezik azt a munkát, a mennyit  $1$  *ampère*,  $1$  *volt*-nyi potenciálkülönbséggel,  $1$  sec. alatt végez.  $1$  *voltampère* tehát annyi, mint  $10$  millió ( $10^7$ ) *erg* =  $\frac{1}{1000}$  méterkilogramm =  $102$  métergramm =  $\frac{1}{4}$  grammcaloria.  $1$  lóerő =  $746$  watt.

Lehet a gyakorlati egységeket a (CGS)-rendszerrel függetlenül, más alapegységek-ből is lezármasztatni; s tényleg javaslatba is hozták, hogy a gyakorlati egységek alapjául a föld délkörnyegede ( $10$  millió méter = hebdometre), a tömeg egységeül a  $100,000$  milliomod gramm (undecimogramm), az idő egységeül a másodperc szolgáljon. Ez okból ez a gyakorlati Hebdometre-Undecimogramm-Secund-rendszer (HUS)-rendszer nevet is kapott. A két rendszer összefüggése csakis az ú. n. mérekszámítások, vagyis az alapegységek hatványaiból alkotott függvények nyomán értelmezhető.\* Megjegyzendő, hogy az elektromágnesi mértékrendszer nem az egyedüli, mely föllátható, s nem is az egyetlen, mely tényleg használatban van. Alkalmazzák még az elektrosztatikai mértékrendszert is, mely az elektromosság mennyiségének értelmezését Coulomb törvénye alapján adja; továbbá az elektrodinamikai rendszert, mely az egységeket két áram kölcsönös hatásából származtatja le. Az elektrosztatikai és elektromagnetikai rendszerbeli egységek méretei közti hányados, mechanikailag véve, a sebesség méretét, illetve ennek valamely hat-

\* Lásd: Hofmeister-Schmidt, Természettan 231. és a követk. lapokon.

ványát adja. E sebességet Ayrton és Perry, Maxwell, Kohlrausch és mások különféle-kép határozták meg s nagyságát a fény sebességével (az űrben) megegyezőnek találták. Ez, valamint az az érdekes körülmény, hogy a dielektromok (szigetelők) oszlató hatása s fénytörő képessége közt egyszerű vonatkozás van, a fény és elektromosság tűneménycsoportjainak közeli rokonságáról és együvértartozásáról tanúskodik. Erre alapította Maxwell a fénynek mind nagyobb fontosságra emelkedő elektromágnesi elméletét. S im itt újra szemben állunk a czikkünk elején említett paradoxonnal: az elektromosság rejtelmes tündére, bár a maga kilétét makacsul titkolja, kezünkbe szolgáltatja a kulcsot, mellyel benyithatunk a bűvös műhelybe, hol rég ismert idősb testvére, a világosság, még eddig el nem árult, szemképrázátató titkait szövögeti.

SCHMIDT ÁGOSTON.

### 3.

**A nehézkedés állandója** Wüllner aacheni fizikusnak nálunk is nagyon elterjedt kézi és tankönyveiben (Lehrbuch d. Exper. Phys. I. 152 és Compend. d. Exper. Phys. I. 97. lapján) rosszul van kiszámítva.

Ismeretes, hogy a nehézkedés állandóján azt a gyorsulást értik, melyet a tömegegység vonzása a tőle egységnyi távra levő tömegben létesít. Wüllner azt hozza ki, hogy  $1 \text{ kg.}$ -nyi tömeg  $1 \text{ m.}$  távolban

$$6 \cdot 14 \cdot 10^{-8}$$

$m.$  gyorsulást létesít, holott, ha a számítást helyesen végezzük:

$$6 \cdot 14 \cdot 10^{-11}$$

$m.$  gyorsulás, tehát éppen ezerszer kevesebb jó ki. Miben hibázza el W. a számítást?

A tömeget  $kg.$ -mal, a távolságot  $m.$ -rel méri s a Föld közepes sűrűségét mégis 6-nak veszi. Elfeleddi, hogy e szám azt fejezi ki, hogy a Földből minden köbm.  $6 \text{ kg.}$ , vagy minden köbm.  $6 \text{ tonna}$  tömegű. Ha valaki a Föld sűrűségét 6-nak veszi, alattomban fölteszi, hogy a térfogat és a tömeg egységei *összetartozó* módon vannak választva: ha tehát W. a Föld térfogatát köbm.-ekben fejezi ki, tényleg nem azt számítja ki, hogy  $1 \text{ kg.}$ -nyi tömeg mekkora gyorsulást létesít  $1 \text{ m.}$  távolban, hanem azt, hogy  $1 \text{ tonna}$  tömegnek mekkora gyorsulás felel meg  $1 \text{ m.}$  távolban. Világos tehát, hogy  $1 \text{ kg.}$  ezerszer kisebbet létesít.

GÁLIK ISTVÁN.

### 4.

**Kísérletek a rugalmas testek ütközéséről.** Ha két  $R$  sugarú acélgolyó  $v$  relatív sebességgel összeütközik; Hertz elméleti vizsgálatai szerint (Crelle's Journ. 92. köt. 156) az összeütközés időtartama másodperczekben

$$T = 0.000024 R v^{\frac{1}{2}}$$

s az érintkezés helyén a golyófelületek

ideiglenesen körterületekké laposodván, e körök sugara

$$r = 0.0020 R v^{\frac{2}{3}}$$

hol is a hosszak mm.-ekben és a sebesség mm./sec. mérendők.

Legújabbban Schneebeli (Archives de Genève 14. köt. 435. l.) kísérleti úton igazolta Hertz képleteinek helyességét s azt találta, hogy azok a valóságnak még akkor is elég jól megfelelnek, ha a nyomás a legnagyobb lapultság pillanatában a rugalmasság határát át is lépi.

Másfelől Hamburger (Wiedemann Annalen XXVIII. 653) is tanulmányozta e kérdést. Kísérleti módszere lényegében egyez Schneebeliével. Az ütközésre szánt testek drótokon ingaszzerűleg vannak felfüggesztve s egyensúlyi helyzetükben érintkeznek egymással. Mind a két inga kitérítettik nyugalmi állásából egy bizonyos szöggel, melynek nagyságából a majdani összekocczanás relatív sebességét ki lehet számítani. Eleresztvén az ingákat, az összeütközés bekövetkezik s eltart egy bizonyos kis ideig. Az ütközés tartamának megmérése, az összekocczanó ingák az ütközés beállta pillanatában egy galvánáram vezetékét zárják, melybe galvanométer van beiglatva. A mágnesű kilengésének nagyságából a zárás időtartamára lehet következtetni, előzetes összehasonlító kísérletekre fektetett táblázat alapján.

Hamburger acélgolyók helyett sárgaréz-golyókkal és hengerekkel tette kísérleteit; a golyókkal tett kísérletek igen szépen igazolják itt is Hertz elméleti képletét. A hengerek ütközéséről Hamburger azt találta, hogy az ütközés tartama csökken, ha a relatív sebesség növekszik, még pedig kis sebégeknél aránylag gyorsan s nagyobb sebégeknél lassabban. Ha két 30 mm. hosszú és 10.3 mm. átmérőjű sárgaréz-henger, fenéklapjukon 12.1 mm./sec. relatív sebességgel összeütközik, az ütközés tartama 710 milliiod rész másodpercz, holott ha ug anók 404.1 mm./sec sebességgel ütködnék össze, az ütközés ideje 587 milliiod másodpercz. Azt is találta H., hogy az ütközés ideje a hengerek hosszával növekszik, és hogy itt az összefüggést elég pontosan lehet lineáris egyenlettel kifejezni. Az ütközés tartama a hengerek átmérőjével is növekszik, bár sokkal lassabban.

RÁTH ARNOLD.

### 5.

**A dilatancziáról.** Az angol természetvizsgálók aberdeeni gyűlésén 1885-ben Osborne Reynolds kétélt előadást tartott a szemes alkotású merev testeknek — pl. sörét- vagy fővenyrakásnak — egy tőle fölfedezett nevezetes tulajdonságáról. E tárgyra vonatkozó értekezését utóbb a Phil. Trans. XX. köt. 469. l. részletesen is közzétette.

E tulajdonság abban áll, hogy minden efajta test *alak* változása *térfogat* és *igysűrűség* változásával jár. A míg az alak, vagyis a külszínen levő részecskék helyzete változatlan, addig a sűrűség, valamint az összes térfogat sem változik. Az ilyen testek a folyadékoktól, a melyekkel a részecskék nagy mozgékonyaságánál fogva leginkább össze lehetne őket hasonlítani, abban lényegesen különböznek, hogy a folyadék térfogata, akármi legyen is az edény formája, mindig ugyanaz marad, holott az egyenlő szemecskékből alkotott söröttömég térfogata más meg más, a szemek elrendeződéséhez képest. Az is világos, hogy a míg a külső határon levő szemek helyüket nem változtatják, addig a tömeg belsejében sem lesznek elmozdulások; csakis, ha a felszínen levő szemek szabadon elmozdulhatnak, akkor állhat be a tömegben új rendezkedés és vele kapcsolatosan új alak és új térfogat is.

Reynolds a szóban forgó tulajdonság megnevezésére a *dilatüre* igéből a *dilatancia* új szót alkotta. Magyarúl talán táglékonyságnak nevezhetnők.

A köznap élet némely jelensége is bizonyítja a szemes alkotású testek eme tulajdonságát. A gabonával telt zsák hajlékony és benyomható, a míg egyenesen áll; holott ha fekszik, keményen megtelik s nem engedi alakja változtatását. Ha azonban kaucsukzacskót töltünk meg gabonával, úgy az, a kaucsuk nyúlékonysága miatt, minden helyzetében hajlékony marad. A nyúlékony burkot, tudjuk, meg lehet úgy tölni, hogy több nem fér bele. Így kell annak lenni a jelen esetben is. Reynolds vékony kaucsukzacskóba sörétet s azután valamelyes vizet öntött. Ha a vízmennyiség elegendő, hogy a szemek legtömöttebb helyzetében a közöket mind kitöltse, úgy a kevésbé tömött csoportosulásban a vízből már nem jutna mindenhova. Ez esetben az alakváltozás s a vele járó térfogat-változás következtében ürességek támadnának. Ha tehát a legtömöttebb állapot el van érve, az egész tömeg tökéletesen keménynek mutatkozik. Reynolds mindezeket kísérletileg is igazolta. A söréttel és vízzel megtöltött kaucsuklabdába nyitott üvegcsövet erősített. A sörétszemek tömött elrendezkedésekor a színesre füstött víz jó magasan állt a nyitott üvegcsőben. Ha már most a labdát összenyomta, a víz *alászállt* a csőben. E jelenséget Reynolds olyan ballónon is megmutatta, melyben sörét helyett homok volt. Nyomást alkalmazva, a víz leszállt mindaddig, a míg a legtömöttebb helyzet be nem állt; ezután a nyomásra a víz megint emelkedett. A Royal Institutionban tartott előadásán Reynolds vett egy 6 angol pintes (mintegy 3.4 literes) kaucsukzacskót,

megtöltötte homokkal és levegőtől mentes vízzel, s azután üvegcső révén kapcsolatba hozta egy vizes edénnyel. A zacskót most már összelapítva, körülbelül 1 pint víz szivakodott még az edényből a zacskóba, s ezzel el volt érve a dilatancia legmagasabb foka. Ha a nyomást nagyobbította, a víz megint visszament az edénybe, azután pedig — még nagyobb nyomásnál — ismét vissza a zacskóba. Ebből látjuk, hogy az alakváltozás folyamatában a közeg a táglulásnak maximumain és minimumain megy át. Ha a szemek legtömöttebb elrendezkedésekor a vizes edényhez vezető csövet elzárta s így a burok táglulásának útját vágta, 200 fontnyi nyomás sem bírta a labda golyóalakján változtatni. Az embernek azt kellett volna gondolni, hogy a víz a labdában a légkörinél nagyobb nyomás alatt áll, holott a manométerrel való összekapcsolás megmutatta, hogy bent a nyomás csak 508 mm. volt. Helyreállítván megint az összeköttetést a vizes edénnyel, az alakváltozás rögtön bekövetkezett.

A burok vastagsága közömbös, csak levegőt ne erresszen át. Egy kaucsukballón, oly vékony, hogy a homok átlátszott rajta, a szemek legtömöttebb helyzetében kemény lett, mint az ágyúgolyó s alakján 200 fontnyi nyomás alatt sem változtatott semmit.

Reynoldsot e tulajdonság megvizsgálására az vezette, hogy olyan közeget akart találni, mely a távoli testek közt tömegvonzásfélét, szomszédos testek között pedig cohaesiót és rugalmasságot mutasson, azonkívül a fényéhez hasonló rezgéseket továbbterjesszen; egy szóval tehát az étert akarta utánozni. Mi azonban magát a jelenséget érdekesebbnek tartjuk, mint a hozzáfűzött spekulációkat.

Sz. K.

## 6.

**A domború tükrök árnyékkepei.** Ismeretes dolog, hogy a domború tükrör elé tett tárgy képe a tükrör mögött kisebbítve, egyenes állásban és a tükrörhöz közelebb látszik, mint a mily távolra van a tárgy a tükrör előtt. Ezt a képet negatív vagy virtuális képnek nevezik, mert falon vagy ernyőn felfogni nem lehet.

A kicsinyítés annál nagyobbfokú, minél rövidebb a tükrör görbületi felátmérője, viszont a hova-tovább hosszabbodó radiussal bíró tükrör mindig nagyobb meg nagyobb képet fog adni, mely egyenlőre hagyott tárgytávol mellett, a tükrőtől abban a mértékben fog hova-tovább távolodni, a mint radiusa hosszabbodik, a nélkül azonban, hogy akár a kép nagysága vagy távol a tárgy nagyságát vagy távolát valaha megütné, minthogy ez az eset csak akkor következne be, ha a radius végtelenül meghosszabbítatnék s így a tükrör semmi görbüléssel nem bírna, vagyis a tükrör ki-

egyenestenné s ennél fogva sík tükör lenne, a mely esetben tárgy és kép, valamint tárgytávolság és képtávolság egymással egyenlők lennének.

Minden tükrőről áll az a szabály, hogy ha a tárgy a kép helyére tétetik, a kép minden tekintetben a tárgy helyét fogja elfoglalni, ezt azonban kivinni csak az ú. n. pozitív képeknél lehet; ha sikerülne a tárgyat a negatív kép helyére tenni, akkor ez a kép is a tárgy helyét foglalná el.

Ha a tárgyat a domború tükrökhöz mind közelebb visszük, annak képe is azon módon mindinkább közeledni fog a tükrökhöz, úgy, hogy ha a tárgy oly közel vitétt, hogy a tárgytávolság  $= 0$ , akkor a képtávolság is  $= 0$ , a mikor a tükrön érintkező tárgy és kép egymással egyenlő nagy.

Ha már valamely igen kicsiny tárgyat átlátszó ragasztékkal, p. o. kanada-balzsammal, a domború tükrökre ragasztunk s ezt elsötétített szoba ablakának szűk nyílásán bebocsátott fény felé tartjuk és a visszavert fény elé alkalmas módon felfogó ernyőt helyezünk, ekkor, ha a tárgy átlátszatlan, ennek *árnyékképe* a tárgynak az ernyőtől mért távolságához képest, meglepő nagyságban s élességgel fog az ernyőre visszavert fénytérben mutatkozni; ha pedig a tárgy többé-kevésbé átlátszó volt (légy szárnya stb.), ez esetben gyönyörűen nagyítva adja azt vissza.

A kép nagysága a tárgy nagyságán kívül, a görbületi félátmérő hosszától és a kép távolától függ, még pedig amattól viszszas, ettől egyenes arányban.

Ebből könnyen beláthatni, hogy ha mentől rövidebb sugárral bíró tükröt választunk, s az erre tett tárgy képét mentől távolabb álló ernyőre vetjük, a nagyítás annál nagyobb mértékű fog lenni. Így p. o. egy 5 mm. sugárral bíró domború gömbtükröknek vonalmenti nagyító ereje 1 méter távolra 400-szoros, tehát lapmenti nagyítása  $= 160,000$ -szoros.

A mi már a gyakorlati alkalmazást illeti, legcélszerűbben lehet általa áttetsző kicsiny tárgyakat szemlélni és vizsgálni, így pl. a bodzabél vékony szeleteiben a sejteket, mahagonifa szeletében a gyantagöbcskéket, rovarszárnyakat s ezek pikkelyeit, ereztét és tábláit, a rovarok egyes testrészeit, növénylevelek hasítványait, különböző folyadékokat s. t. eff. vizsgálni.

Igaz, hogy csak a központi sugarak adnak éles képét, melynek távolabbi részei mindinkább elmosódottak, de ezek is élesek lesznek a tükrő odairányításakor.

Nagyított árnyékképeket különben minden tükrő nélkül úgy is előállíthatunk, ha a fényforrást az átlátszatlan tárgy mögé, ahhoz közel visszük, mely esetben, mint tudjuk, az átelles falon a tárgynak annál

nagyobb árnyékképe fog mutatkozni, minél közelebb van a fényforrás a tárgyhöz s minél távolabb esik a tárgytól a képet felfogó fal vagy ernyő, úgy hogy, ha a fényforrás és a tárgy között levő távolság  $= 0$ , akkor a kép végtelen nagy. De az ilyen képen a tárgynak sem szerkezetét, sem másnemű tulajdonságait vizsgálni nem lehet.

Fő haszna végül az, hogy minden másnemű nagyítónál hasonlíthatatlanul olcsóbb és kezelése könnyebb.

Érdekes volna még a fent írt kísérletekre elliptikus és parabólikus domború tükröket használni. Nekem azonban itt M.-Szigeten ilyen tükreim nem lévén, az általok előidézendő képekről tüzetesebben nem szólhatok. KARDOS KÁROLY.

## 7.

**A lencse formulájáról** igen csinos geometriai ábrázolást ad M. d'Ocagne a Journ. de Phys. IV. köt. 554. lapján.

Az  $XY$  derékszög felező vonalán messünk le,  $O$ -ból kiindulva,  $OC$  hosszúságot, úgy, hogy a  $C$  pontra  $x = y = f$ , hol is  $f$  a lencse gyújtó távolsága; húzzunk  $C$  ponton át tetszőleges transversálist, mely az  $OX$  és  $OY$  tengelyeken  $OA = a$  és  $OB = b$  hosszakat messen le, úgy egyfelől az  $AOB$ , másfelől az  $AOC$  és  $BOC$  háromszögek területének kiszámításából azonnal következik, hogy az  $a$ ,  $b$  és  $f$  hosszakat az a kapcsolat fűzi össze, mely a lencse ismert formulájának felel meg. Sz. K.

## 8.

**A fény tovatérjedő sebességét** legújabbban Newcomb amerikai csillagász mérte meg. Ő is az ismeretes Foucault-féle forgó tükrös módszert használta, csak hogy némi javításokkal és többrendbéli elővigyázattal. A megfigyeléseket egyrészt ő maga, másrészt Michelson és Holcombe végezte. Számos méréseikből »a fény sebességére levegőben« a következő három középértéket vezet le:

299615  
299682  
299766

kilométer másodpercenként. A lehetséges hibaforrások megvitatása arra az eredményre vezet, hogy üres térben a fény tovatérjedő sebességének legvalószínűbb értéke

299860 km.

Az állandó hibák okozta pontatlanságot a szerző  $\pm 50$  km.-re becsüli.

Vessük össze e számot a Foucault óta talált szabatosabb eredményekkel:

Foucault (1862) ... .. 298000  
Cornu (1874) ... .. 298500  
Cornu (1878) ... .. 300400  
Listing javítása szerint ... 299990  
Young és Forbes ... .. 301382



|                     |         |
|---------------------|---------|
| Michelson (1879)... | 299910  |
| Michelson (1882)... | 299853  |
| Newcomb (1885)...   | 299860. |

Nagyobb eltérést csak Young és Forbes mérései adtak. Ezeknél még az is föl-tűnő, hogy szerintök a vörös és kék fény sebessége 2%-kal különbözik, a mit ily mértékben kívülök eddig senki sem vett észre. Michelson legújabb mérései szerint e különbség nem több  $\frac{1}{10}\%$ -nál. Kétsége-

len tehát, hogy Young és Forbes mérései-ben valami hiba van. Ezeket mellőzve, az utolsó 10 év alatt végzett mérések közép-értékét kerek számban 300000 kilométerre tehetjük. Az újabban divatosá vált elneve-zéssel élve, a fény tovaterjedő sebessége üres térben tehát:

300 megaméter, vagyis majdnem 1 milliószor nagyobb, mint a hang sebessége 0°-ú száraz levegőben. Sz. K.

## II. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

### 1.

#### A nitrogén és oxigén térfoga-tának közelítő meghatározása a levegőben.

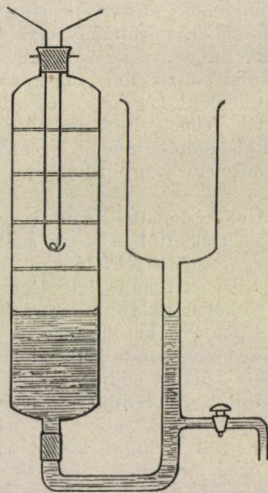
E kísérlet, mely egyenesen előadási célra van szánva, szűkölködik szabatoság, de nem közvetlenül meggyőző erő nélkül.

A levegőben foglalt nitrogén és oxi-génmennyiséget gázelemző módszerek szerint szoktuk megismertetni. Egy térfogat leve-gőt fölös hidrogén hatásának vetünk alá elektromos szikra segítségével. A levegő egy térfogatát 5 részre osztjuk; egy ötöd része oxigén; ezt két térfogat hidrogénnel átalakítjuk vízzé s az eltűnt térfogatokból kimondjuk, hogy ha a levegő öt részre osztott térfogatából összehúzódnás következ-tében három eltűnt, ez csak úgy lehetett, hogy egy ötöd rész oxigén volt, mely két térfogat hidrogénnel vízzé alakult. Ez az átalakulás azonban a milyen szép, épen olyan fegyelmezett gondolkozást kíván. Mondjuk azt is, hogy ha vízzel telt kádban üvegharang alatt foszphort égetünk el, lát-hatjuk, hogy körülbelül egy ötöd térfogat tűnik el, a mi oxigén, míg a megmaradó gáz nitrogén. Az ilyen harang alatt vég-zett elégetés azonban még csak közelítő képet sem nyújt, mert a harang átmérőjé-nek egyenletlensége miatt a látható térfogati kisebbedést csekélyebbnek ítéljük egy ötöd térfogatnál.

Pontosabb a kísérlet a következő módon. Készülékem a Hofmann-féle U-alakú eudiométerek formájával bír. (Lásd a 1. ábrát.) Egyik ág 40 cm. hosszú, 40 mm. átmérőjű; felül össze van eresztve 10 mm.-nyire s parafadugóval zárható el, melyben két vörösréz-drót halad mintegy 15 cm. mélységig s egyik rézdróra kis kanál van erősítve. Alól ismét ki van húzva a cső, s mintegy 10 mm. átmérőjű csővel kanyarodik fölfelé, úgy azonban, hogy a másik ággal, mely felül ismét kiszélesedik s alól lefolyasztó csővel van ellátva, kaucsukcsővel összeköthetjük. Ez az összeköttetés a ta-karítás kedvéért célszerűbbnek mutatkozott.

Az elégető szárban 30 cm. hossz 5 részre van osztva s vörös lakmusszal festett

víz felett áll a levegő. Valamivel nagyobb fosphort, mint a mennyi számítás szerint a levegő oxigénjét trioxidképzésre felhasználja, a kis kanálba teszünk s platinadróttal a két rézdrót között összeköttetést idézünk elő úgy, hogy a drót a fosphort érintse s elektromos áramot vezetünk keresztül. A fosphor rövid időn meggyúl s legtöbbször észrevehetjük, hogy a fosphor-vagy phos-phortrioxid-gőz felülről lefelé száll s az oxigéntartalmú levegőben halvány fakó



1-ső ábra. A levegő alkatrészeinek meg-határozása.

lánggal ég mindaddig, a míg oxigén van. Az üvegcső nagyon bepiszkolódik, de ez nem tesz semmit, mert a mint kissé lehült, le lehet mosni a falára szálladt terméket s láthatjuk, ha a nyomást a két szárban ki-egyenlítjük, hogy a levegőnek épen egy ötöde tűnt el. A nitrogénben még másnap is van fosphortartalmú gőz, a mi az ezüst-nitrátot redukálja. Hogy a reductiót tisztán fosphorgőz vagy a fosphornak trioxidja, esetleg alacsonyabb oxidja végzi-e, még nincs eldöntve. Jellemző az is, hogy



a kék lakmusz, indigó tönkre megy az égési termékek hatása alatt s épen ez okból alkalmasabb a savval vöröstitett lakmusz.

ILOSVAY LAJOS.

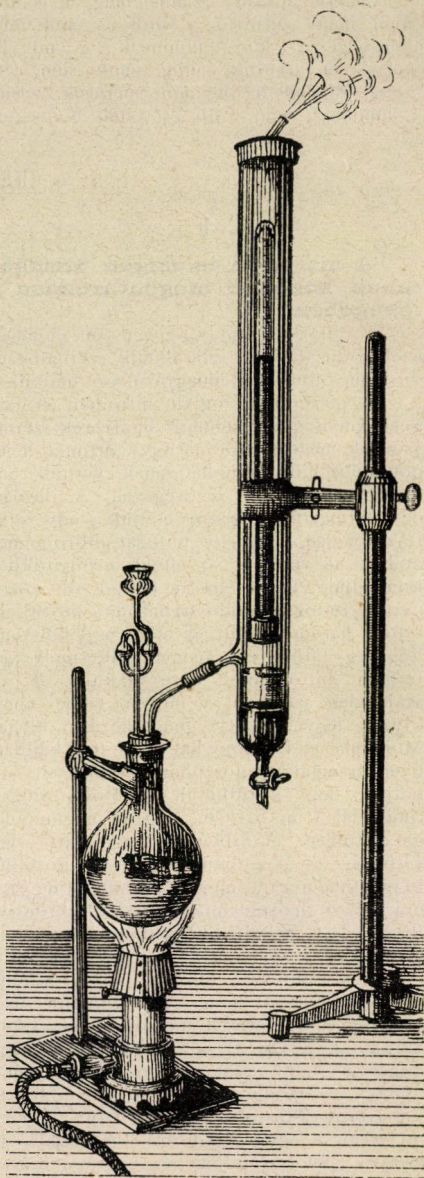
## 2.

**A vízgőz eudiométeres meghatározása.** Gázkeverékek vagy oxigéntartalmú gázok elemzésében, ha Bunsen módszerét követjük, a végeredmények kiszámítására az elégszor esetleg keletkezett víz mennyiségének gőzalakban való meghatározása\* majdnem minden esetben szükséges. Bunsen eme vízgőz-meghatározásról így nyilatkozik: »... die am unbequemsten und am wenigsten genau auszuführende Bestimmung des Wasserdampfes ...«\*\*

Midőn az utóbbi időben gázelemzésekkel foglalkoztam, ismert összetételű gázok lemért mennyiségeivel levén dolgom, az elégszor szükségképen keletkező vízgőz mennyiségét már előre ismerhettem; midőn azonban, Bunsen eljárása szerint, meghatároztam és a normális térfogatot, a tőle előírt észlelet adatok\*\*\* segítségével kiszámítottam, a várt mennyiségnél *állandóan nagyobb* eredményt kaptam. E körülmény csak úgy magyarázható, hogy vagy valamely állandó észleleti hiba csúszik be, vagy pedig hogy a Bunsentól előírt négy észleleti adat a víz forráspontjáig felmelegített gáz normális térfogatának kiszámítására nem elegendő, hanem kívülről még egy vagy több adat is szükséges.

A gázok térfogata — mint ismeretes — függ a hőmérséklettől és a nyomástól. Mivel a vízgőz hőmérsékletét, a hőmérőn kívül, a barométeren észlelt légnyomás is ellenőrzi: a hőmérsékletet a leolvasáskor közvetlenül és pontosan kapjuk meg. A nyomást ellenben nem olvassuk közvetlenül le, hanem a barométer- és az eudiométerben foglalt higanyoszlop  $0^0$ -ra redukált magasságaiból levonás útján kapjuk meg. Ha tekintetbe vesszük, hogy itt a higany tenzióját, mely különben még nincsen szabatosan megállapítva,† elhanyagoljuk, hogy az eudiométerben foglalt higanyoszlop alsó osztályzatának leolvasását a külső higany felülete és az eudiométer fala között összegyűlt víz meniskusa zavarja, továbbá hogy a különféle üvegyanyagok fitejedési együtthatója, valamint a fölmelegített eudiométerben való-

színűleg a capillaris viszonyok is változók és mindezeket a nyomás kiszámításánál tekintetbe vesszük: beláthatjuk, hogy a kiszámított nyomás nem felelhet meg a



1-ső ábra.

\* Bunsen. Gasometr.-Methoden, I. kiadás. Braunschweig. 1857.

\*\* Bunsen. Gasometr. Meth. II. kiadás. Braunschweig. 1877. 70. lap.

\*\*\* Ugyanott. 57. lap.

† Landolt-Börnstein, Tabellen. Berlin, 1883. 27. lap.

tényleges nyomás értékének. Azon körülmény, hogy a vízgőz-meghatározásokban talált eredmény a számítottnál állandóan nagyobb, arra enged következtetni, hogy az így számításba vett nyomás is állan-



dóan nagyobb a tényleges nyomás értékénél. Mivel az imént elősorolt tényezőket részint ismeretlen, részint változó voltak nál fogva tekintetbe nem vehetjük, így kezezem az észlelt és a tényleges nyomás közt levő különbséget, egyetlen egy számban kifejezve, empirikus úton egyszer-mindenkorra meghatározni. E célból következőképen jártam el:

A gondosan kiszáritott eudiométerbe, melyet szintén gondosan kiszáritott higanyval töltöttem meg, száraz levegőt bocsátottam és ennek normális térfogatát a rendes úton — közönséges hőmérsékletnél leolvastam — meghatároztam; legyen ez  $V_0$ . Ezután az eudiométert a vízgőz meghatározó készülékbe helyezvén, a víz forráspontjára felmelegítettem. Midőn a gáz (levegő) térfogata többé már nem változik, végzem a leolvasást és a következő értékeket kapom:  $V_t$  az észlelt térfogat,  $t$  a hőmérséklet ( $100^\circ$ ) és  $P = B_0 - L_0$  az észlelt nyomás. A tényleges nyomás  $P_x$ , mely alatt a felmelegített levegő állott, a Mariotte-Gay-Lussac-törvény szerint ezen adatokból kiszámítva, lesz

$$P_x = \frac{V_0 (1 + \alpha t) 760}{V_t}$$

Ha ezen értéket az észlelt nyomás értékéből levonjuk, megkapjuk a keresett számot:

$$c = P - P_x$$

E szám azonban, mint a fentebbiekből kitűnik, nem lehet egészen állandó, hanem függ a nyomás nagyságától, az eudiométer üveganyagától és átmérőjétől; de mint tapasztaltam, az ingadozás oly csekély, hogy ugyanazon eudiométer használata mellett és középnyomásnál megállapítva, a  $c$  értéket állandónak vehetjük. Így a tölem használt eudiométernél három kísérlet középértékét véve,  $c = 5.5$  milliméter, míg egy másik szűkebb eudiométernél 3.7 milliméter volt.

További kísérleteimmél  $c$  számot a  $B_0 - L_0 = P$  nyomásból levonván, megkaptam azon tényleges nyomást  $P_x = P - c$ , mely alatt a felmelegített gáz volt és melynek segítségével a normális térfogatot kiszámítottam. Hogy a nyomás ilyen korrigálásával minő eredményeket kaptam, a következő két kísérlet mutatja, melyeknél zinkből előállított hidrogént égettem el káliumchloráttól nyert oxigénben:

Első kísérlet:

|                               | $V_t$  | $P$       | $t$  | $V_0$ |            |
|-------------------------------|--------|-----------|------|-------|------------|
| A bevitt hidrogén             | 60.16  | 206.6 mm. | 16.6 | 15.12 | $\alpha$   |
| Ehhez oxigén                  | 125.45 | 426.8     | 16.5 | 66.43 | $\beta$    |
| Eldurrantás után              | 102.97 | 341.7     | 16.4 | 43.66 | $\gamma$   |
| 99.6°-nál { korrigálás nélkül | 137.17 | 448.8     |      | 59.34 | $\delta$   |
| { korrigálással               |        | 443.3     | 99.6 | 58.61 |            |
| Kihülés után                  | 102.52 | 343.0     | 16.3 | 43.68 | $\epsilon$ |

Második kísérlet:

|                               |        |           |      |       |          |
|-------------------------------|--------|-----------|------|-------|----------|
| A bevitt oxigén               | 89.48  | 292.2 mm. | 16.2 | 32.70 | $\alpha$ |
| Ehhez hidrogén                | 103.43 | 342.0     | 17.3 | 43.76 | $\beta$  |
| Eldurrantás után              | 82.20  | 263.7     | 16.2 | 26.92 | $\gamma$ |
| 99.5°-nál { korrigálás nélkül | 111.70 | 359.4     |      | 38.78 | $\delta$ |
| { korrigálással               |        | 353.9     | 99.5 | 38.11 |          |
| Kihülés után                  | 81.63  | 266.6     | 15.8 | 27.06 |          |

Ezen adatokból a végeredmények a következők:

Az első kísérletnél:

|   | korrigálás nélkül |           | korrigálással |           |
|---|-------------------|-----------|---------------|-----------|
|   | talált            | számított | talált        | számított |
| A vett hidrogén ( $\alpha$ )                        | 15.12             | 15.30     | 15.12         | 15.09     |
| Az összehúzóadás ( $\beta - \gamma$ )               | 22.76             | 22.95     | 22.76         | 22.64     |
| a vízgőz ( $\delta - \frac{\gamma + \epsilon}{2}$ ) | 15.67             | 15.30     | 14.94         | 15.09     |
|   | 53.55             | 53.55     | 52.82         | 52.82     |

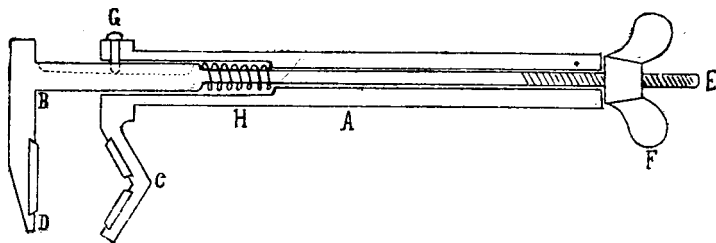
A második kísérletnél:

|   |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
| A vett hidrogén ( $\beta - \alpha$ )                | 11.06 | 11.34 | 11.06 | 11.15 |
| Az összehúzóadás ( $\beta - \gamma$ )               | 16.84 | 17.01 | 16.84 | 16.72 |
| A vízgőz ( $\delta - \frac{\gamma + \epsilon}{2}$ ) | 11.79 | 11.34 | 11.12 | 11.15 |
|   | 39.69 | 39.69 | 39.02 | 39.02 |

Mint ezen számok mutatják, az így nyert eredmények elég jók; az eltérés a számított értéktől sehol sem több egy százaléknál, míg a Bunsen közölte példában\* 5 százalékkal több a talált vízgőz, mint lennie kellene.

Kísérleteimhez a Bunsen-fele készüléket némileg módosítottam, mely módosítás a módszer lényegére nem foly ugyan be, de kényelmesebbé teszi a kísérletek végzését. A módosítás abban áll, hogy a készülék üveg-hengerét (1. ábr., 42. l.) alól csappal láttam el; e csap fölött körülbelül 15 cm. magasságban egy újjnyi vastagságú cső van közlekedőleg hozzá forrasztva, mely kaucsukcső révén a kazánt pótló üveglombik csővével összeköthető. Ha a lombikban levő vizet egy aláállított Masté-féle lámpával felforraljuk, a keletkező vízgőz az oldalcsővön a hengerbe tódul és az ebben foglalt eudiométert fölmelegíti. Ekkor az eudiométerbe zárt gáz kiterjeszkedvén, az alatta

levő higanyoszlopot kifelé tolja. De a kitóduló higanyt a kis vasedényke nem lévén képes magába foglalni, ez nagy robajjal a csap fölé hull és itt összegyűlik. Az így összegyűlt higany fölött pedig az üveg-henger falán megsűrűdő vízgőz foglal folyékony víz alakjában helyet. Az eudiométerből kihullott higanyt a víztől, a csapon leeresztve, ha tetszik, még munka közben is elválaszthatjuk, a nélkül hogy a készüléket szét kellene venni; holott a régi készülék-nél a higany a rozsdás vaskazánba hullott, ott összepiszkolódtott és csak a kísérlet befejezése után lehetett és kellett a kazánból kiszedni, külön megtisztogatni, a szétvett készüléket pedig újra összeállítani. Ezenkívül a vaskazán használatánál megtörténhetik, hogy belőle munka közben a víz teljesen elpárolog, a nélkül hogy észrevennők; míg a tölem használt üveglombiknál a víztartalmát szemmel kísérhetjük, sőt ha szükséges, az elpárolgott vizet a tölcscső



2-ik ábra.

segítségével munka közben is pótolhatjuk A készülék többi részei a régiék.

Sokan nem szeretik a gőzt az üveg-hengerbe alólról vezetni, mert a henger belső falán keletkezett vízcseppek a leolvást megnehezítik. Ezen azonban úgy segíthetünk, hogy a henger belső falát a munka megkezdése előtt egy kissé nedves ruhával jól végig dörzsöljük. Ilyenkor a víz — jobban tapadván az üveghez — nem képez többé cseppeket, hanem vékony folytonos réteggé terül szét, mely az osztályzat vonalainak képét nem torzítja el.

Végül kötelességem Dr. Than Károly egyetemi tanár úrnak a munkálataim közben adott szíves útmutatásaiért és a rendelkezésemre bocsátott eszközökért e helyen köszönetemet nyilvánítni.

NEUMANN ZSIGMOND.

3.

**Új laboratóriumi csipetető.** A laboratóriumokban általánosan el vannak terjedve a Bunsen-féle csipetők, melyeket különféle eszközök és készülékek szilárd meg-

fogására használunk. E csipetők azonban igen könnyen eltörnek. Különösen akkor, ha súlyosabb tárgyakat akarunk velök erősen megfogni, gyakran megtörténik, hogy vagy a mozgatható csavar rendszeren gyenge izülete szakad ki, vagy pedig az öntött vas-szárak egyike törik éppen akkor el, mikor készülékünket már jól megszorítva gondoljuk. Hozzá még az is, hogy csak bizonyos méretű tárgyakat markolhatnak meg biztosan; ha pl. a csipetővel egy 30 mm. átmérőjű üvegcsövet még jól meg tudunk szorítani, ugyanez a csipető egy 4—5 mm. átmérőjű csövet még akkor sem képes szilárdan megfogni, ha szorító lapjai közé vastagabb parafalemezeket teszünk is. Ez onnét van, hogy a csipetők szorító lapjai össze szögellenek s a köztük levő szög, a megszorítandó tárgy mérete szerint, kisebb vagy nagyobb; más szóval, a szorító lapok hajlásszöge mindig változik.

E bajok elkerülése végett egy oly csipetőt szerkesztettem, melyen nincsen izület és szorító lapjai a hajlásszöget sohasem változtatják. Csipetetőm szerkezete a következő: egy temperált (kovácsolt öntött vas) vasból készült hosszabb cső A (2. ábrán) egy darab-ból van öntve az egyik szorító lappal, C-vel;

\* Gasometr. Methoden, 1857. 53. l. és Gasometr. Methoden, 1877. (II. kiadás.) 58. l.

a csőnek belső nyílása, a *C* szorító laptól kezdve, 4—5 cm. hosszúságban valamivel bővebbre van esztergályozva. E csőbe van dugva a *D* szorító lap szára *BE*, mely ismét *B*-től kezdve 4—5 cm. hosszúságban vastagabbra van hagyva, hogy a cső belsejét meglehetősen kitölthesse; *E*-nél pedig csavarmenet van, melyen az *F* szárnyas csavarsüveg arra szolgál, hogy forgatásával a szorító lapokat egymáshoz közelebb hozzassuk; *H*-nál tekercsrugó van a cső tágabb részébe elhelyezve, mely a csavar megeresztésekor a szorító lapokat egymástól eltávolítani igyekszik, míg a *G* szögecske, mely a *BE* szár vastagabb részébe vágott csatornába kapaszkodik, nem engedi, hogy a *D* szorító lap *BE* szára tengelye körül forogjon. Az egész csipetítő különben, mint az ábrából is kitűnik, az úgynevezett francia kulcsok mintájára készült. Jó benne még az is, hogy szára (az *A* cső külső fala) hengeralakú, úgy hogy helyzetét a dióban való megszorításkor nem változtatja, és így készülékeink pontosabb beállítására célszerűen alkalmazható, különösen, ha a Than Károly tanár úrtól szerkesztett diót\* használjuk. Jó szolgálatot tesznek csipetítőim higanyval telt edények, tehát súlyos tárgyak megfogásakor, a mennyiben a szorító lapokat közelítől az állvány rúdjaához közelíthetjük stb.

A csipetítő könnyen szétszedhető és így bárki is könnyen megtisztíthatja.

Csipetítőimet Weber Róbert, az egyet. vegytani intézet gépésze készíti; darabját, nagyság szerint, 140—150 kr.-ért.

NEUMANN ZSIGMOND.

#### 4.

##### A vízpárák hatása a kénsavra.

Ismerjük a kénsav tulajdonságát, hogy vízzel keverve, több vagy kevesebb hőt fejleszt a szerint, a mint ugyanazon mennyiségű vízhez több vagy kevesebb kén-savat öntünk. Azt is tudjuk, hogy a kén-sav oly vonzalommal viseltetik a víz iránt, hogy még a levegőben levő vízpárákat is magához vonzza. E tulajdonság talán felhasználható a levegőben foglalt nedvesség meghatározására oly módon, a minő tudtommal még eddig nem szokásos. Ha ugyanis a hőmérő gömbjét tömény kénsavba mártjuk s azután kihúzzuk belőle, azt tapasztaljuk, hogy a higany emelkedik, vagyis a hőmérő gömbjére tapadt csekély mennyiségű és aránylag nagy felületre szétterjedő kénsavban a légbeli vízpárák elnyelése következtében melegség keletkezik, és pedig oly jelentékeny mértékben, hogy a hőmérő a savból való kihúzás után 1 perc alatt rendszeren 4 fokot, 2 perc alatt pedig 8

fokot emelkedik. A hőmérő lassabb vagy gyorsabb emelkedése természetesen a levegőben foglalt vízpárák kisebb-nagyobb mennyiségével fokozatos mértékben történik. Mivel azonban a hőmérő emelkedésére a kénsav alacsonyabb vagy magasabb hőmérséklete is befolyással van, azért szükséges, hogy a kénsav hőmérséklete a levegőével mindig egyenlő legyen. Ezt akként érhetjük el, ha egy vékonyabb kémcsőbe tömény kén-savat öntünk s ebbe bocsátjuk bele a hőmérő gömbjét. Hogy a vékony hengerű hőmérő lejjebb ne csússzék, azért előbb egy parafadugón dughatjuk át, s ekkor a parafadugó nemcsak fenntartja a hőmérőt, de a kémcsövet mindjárt el is zárja. A kémcsőben levő kevés sav gyorsan felveszi a külső levegő hőmérsékletét s ha a levegő és sav egyenlő hőmérsékű, akkor a hőmérőt a savból kihúván, a hőfok emelkedését csak a vízpárák idézik elő.

Számos kísérleteim és pontos észleleteim eredményeképp a következő tényeket és tapasztalatokat közölhetem:

Szobában a hőmérőt a savból kihúván, ha a levegő nyugodt, a hőmérő lassan (3—4 perczig) emelkedik s pedig 7, 8 vagy 9 fokot a szerint, a mint a levegő hidegebb vagy melegebb. Ha járkálunk a hőmérővel, akkor gyorsabban emelkedik és rendszeren 10—12 fokot. Még gyorsabban emelkedik, ha a gömbre levegőt fújtatunk. Ez utóbbi esetekben az emelkedés azért nagyobb és gyorsabb, mivel a gömbön levő sav mindig más és más légrétegbe jut. Szabadban a hőmérő, szélcsendben lassan, szélben ellenben gyorsan emelkedik, de gyorsan is kezd süllyedni. A hőfejlődés bármily nagy hidegben is mutatkozik; így egy izben a levegő + 2°-nyi volt s a szintén + 2°-nyi savból kihúván a mérőt, 2 percz alatt 10°-ra emelkedett. Máskor pedig — 2°-nyi levegőben 4 fokot emelkedett. Ködben a hőmérő igen gyorsan emelkedik: fél percz alatt 7 fokot; de hamar meg is áll, a mi mutatja, hogy a kénsav a gömbön gyorsan telítődik vízzel.

Növényekkel tele osztályban a hőmérő következetesen 2—3 fokkal feljebb emelkedett, mint ugyan akkor, de üres tanteremben.

E tapasztalatok és tények bizonyítják, hogy e hőemelkedés a levegőbeli vízpárák mennyiségével fokozatos. A hőmérő higanya addig emelkedik, míg a gömbre tapadt kén-savat a vízpárák telítik, de e pillanattól kezdve süllyed. Míg egyrésztől tehát e kísérletek által valamely elzárt térben levő levegőben foglalt vízpáráknak még a nyomait is kimutathatjuk, más résztől a szabad levegőben a hőmérő gyorsabb és lassabb emelkedéséből a levegő nagyobb vagy kisebb vízpáratartalmára következtethetünk; de

\* Természettudományi Közlöny. XVII. kötet. 1885. 203. lap.

természetesen csak megközelítőleg, addig ez eljárás által valamely elzárt tér levegőjének abszolút nedvvelenségét biztosan konstataálhatjuk. Hogy a szoba vagy a szabad levegő vízpára-tartalmát e kísérletek által csak megközelítőleg határozhatjuk meg, annak oka az, hogy a hőmérő emelkedésére a vízpárákon kívül a légáram, a sav és levegő magasabb vagy alacsonyabb hőmérséke is befoly. E módon a lég vízpáramennyiségét százalékosan s pon-

tosan csak úgy lehetne meghatározni, ha a kísérleteket mindig teljesen ugyanazon körülmények között, vagyis u. a. hő-, kénsavmennyiség, nyugodt levegő stb. mellett hajthatnók végre, a mi esetleg sikerülhet is. Végre azon óhajommal zárom be soraimat, vajha sikerülne valakinek szaktársaim közül, kik esetleg ily kísérletekkel foglalkoznak, a levegő vízpára-tartalmának e módon való pontos meghatározását véghez vinni.

TAUSZ FERENCZ.

### III. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

#### 1.

**Adat a szerzett sajátságok átöröklésére.** A szülőknek nemcsak örökölt, hanem szerzett tulajdonságaik is átszármazhatnak az ivadékokra. Leírtak egy tehenet, mely egyik szarvát genyedés következtében elvesztette: e tehénnek mind a három borja félszarvú lett és a hiányzó szarv helyén csak kicsiny csontdarabocska fejlődött ki nálok. Egy ember elmezslette egyik újját; gyógyulás után az görbe maradt, valamennyi fia görbe újjal született. Egy katonának bal szeme házassága előtt tizenöt évvel kigenyedt, mind a két fiának kicsiny lett a bal szeme. Ilyen észleletek aránylag ritkán fordulnak elő. A legtöbb esetben az efféle szerzett csonkaságok nem származnak át az ivadékokra. Kínai aszszonyoknál a lábat kicsi gyerekkoruktól kezdve szűk faczipóbe szorítják, hogy mindig kicsiny maradjon: mégis a gyermekek rendes lábbal jönnek a világra. Zsidóknál sem észlelik azt, hogy a fiúgyerekek csonka praeputiummal születnének.

Nem érdektelen azért Dingfelder észlelete e tárgyra vonatkozólag. Némely vidéken szokás, hogy a kutyáknak fülét és farkát mindjárt a születés után levágják. Szerző kutyájával is ez az eset történt. E kutyája később hetet kölykezett. A hét közül négy kurtafarkú lett. Fél év múlva újra kilencz kölyköt vetett. Ezek közül már öt született kurta farkkal. Ezek közül egy nőstény kutya későbbben öt kölyke közül hármát hozott kurta farkkal a világra. (Biolog. Centralblatt. 1887. Nr. 14.)

H.

#### 2.

**Az öröklékenység kérdésehez.** Kétségbevonhatatlanul bebizonyított tény, hogy az élő szervezet külső okok, pl. hőmérséklet, világosság, táplálkozás, talajviszonyok stb. hatása alatt megváltozhatnak, mely változás Darwin fel fogása szerint az utódokra is átszármazhatik. E felfogás újabb időben vitássá vált s nevezetesen Weismann tagadja az ilyen szerzett sajátságok örökölheto voltát.

Detmer a kérdés megvilágítása végett több érdekes példát hoz fel a növényvilágból, melyek kísérleti bizonyossággal mutatják a külvizonyok mélyrehatóságát. Ilyen vonatkoz pl. Kohl kísérleteire, a ki kimutatta, hogy ha egynéhány példány tropaeolumot száraz, egynéhányat pedig nedves légkörben nevel az ember, az előbbieken levelei vastag cuticula-réteget kapnak, a hám alatti szövet sejtei a szögleteken megvastagodnak; ellenben a nedves légkörben növeltek levelei cuticulával nem bírnak, sem a hám alatti szövetsejtek szögletei nem vastagodnak meg.

Hogy valamely külső hatás okozta sajátság az utódra bírjek,\* okvetetlen szükséges, hogy ama hatás ne csupán egyik vagy másik szervre, hanem közvetlenül vagy közvetetten a szaporodást teljesítő sejtekre is hatott legyen. E hatás módjáról, mivel kísérleti adatok nem állnak rendelkezésre, határozott képzetünk nincs ugyan, de a tapasztalat azt mutatja, hogy valamely szervben külső ok következtében beállott változás más szervekre is módosítólag hat. Semmi sem áll tehát útjában azon felvételnek, hogy hasonló közvetett hatás a szaporodást végző sejteken is érvényesülhet és az újonnan szerzett egyéni sajátságok örökölhetoiségét feltételezi.

Ilyen correlatio útján történő indirekt hatásra felhozza például, hogy ha fiatal fenyő csúcsát leszakítja az ember, 1—3 év leforgása alatt a legfelső mellékágak közül egy vagy több is felegyenesedik. Utóbbi esetben valamelyik túlsúlyra vergődik és azután tökéletesen helyettesíti a csücsi ágat, mi nemcsak a magasba törekvő növényben nyilvánul, hanem az eljárás módjában is. A fenyő oldalágai u. i. rendszeren csak vízszintes irányban ágaznak el, míg a csücság, vagy az ezt helyettesítő mellékág, 4—5tagú ágóvet hajt.

Több érdekes példát hoz fel annak kimutatására, hogy a külvizonyok hatása következtében beállott változások egy ideig

\* Birik erdélyi tájszó, örökségképen rászáll, ráhármlik értelemben.

még azután is észlelhetők, hogy a módosító tényező megszűnt hatni. Ez az ú. n. utóhatás tüneténye, melyre nézve a szerző már évek óta azon meggyőződésben él, hogy ez és az öröklés lényegileg ugyanazon egy folyamat, csupán csak fokozati különbség van köztük.

Ismeretes dolog pl., hogy a növények sötétben gyorsabban, világosságban ellenben lassabban nőnek. Ha alkalmas példányt, különben egyenlő körülmények között, a nappal és éjszaka váltakozó hatásának teszünk ki, az éjjeli növekedést jelentékenyebbnek fogjuk találni. Ez a különbség utóhatásként egy ideig még akkor is észlelhető, ha a kísérlet alatti növényt állandó sötétséggel vesszük körül.

Az is megszokott dolog, hogy a *Mimosa pudica* és *Acacia lophanta* levélkéi nappal ki vannak terülve, az est beálltával pedig felső felszínökkel összehajlanak. E jelenség *Detmer* kísérletei szerint 4—5 napig még azután is ismétlődik, hogy ha állandó sötétség hatásának tettük ki a szóban forgó növényeket. Hogy ez az utóhatás okozta ritmikus mozgás tisztán a váltakozó megvilágítástól függ, azt szépen mutatja *Pfeffer* kísérlete, ki a mimózát nappal elsötétítette, éjjel mesterséges fényt árasztott rá. Bizonyos idő elteltével pedig állandó sötétbe tette. A levelek a megváltozott körülményekhez képest éjszaka terültek ki s nappal hajoltak össze.

Fáink és cserjéink azon sajátága, hogy leveleiket ősszel elhullatják és téli rügyet hajtának, melyek csak a következő tavaszon feshenek ki, kétségkívül az ilténi éghajlati viszonyok hatása következtében fejlődött ki s utóhatás és öröklés útján lassanként annyira állandósult, hogy egykönnyen el sem törölhető. Hogy azonban megváltozott éghajlati viszonyok állandó befolyása alatt idővel megtörténhetik, arra példa a mi cseresznyefánk, mely Ceylon szigetén örökké zöld koronával ékeskedik. (Arch. f. Phys. XXI.)

L.

## 3.

**A melegség megérzésére szükséges időről.** Már régebben észrevették, hogy a hideget és meleget nem egyenlő idő alatt érz meg az ember a hatás után. *Goldscheider* ezen időbeli viszonyok tanulmányozásában következőleg járt el. 15 és 53° C. között különböző fokra melegített fémgolyócskához értette a test bőrfelületének különböző tájait. Alkalmas készülékkel pontosan meg lehetett határozni egyfelől az érintés, másfelől a hőmérsék-megérzés pillanatát. Ilyen módon a hideg megérzés idejének meghatározására 41, a meleg megérzésének meghatározására 53 kísérleti sorozatban összesen 2172 egyes meghatáro-

zást tett. Kísérletének eredményei a következők:

1. A meleget és hideget a test különböző tájai a megérintés után  $\frac{1}{100}$ -ad másodpercnyi időegységekben kifejezve, ha a hőmérsék-behatás *intenzív* volt, a következő idők múlva érezték meg:

| A hideget         | A meleget |
|-------------------|-----------|
| Az arczbőr        | 13.5      |
| Felső végtag bőre | 15        |
| Has bőre          | 22.6      |
| Alsó végtag bőre  | 25.5      |
|                   | 79        |

A melegmegérzés tehát tényleg később jut az öntudathoz, mint a hideg megérzés. Az időkülönbség annál nagyobb, minél távolabbra esik a vizsgált hely az agyvelőtől, úgy hogy az alsó végtagon már teljes  $\frac{1}{2}$  másodpercet ér el.

2. Ez időértékek *mérsékelt és gyenge* hőbehatásoknál tetemesebben nagyobbak, úgy hogy pl. a kar bőre *mérsékelt* melegbehatást 46—54, *gyenge* melegbehatást 90—110 század másodperc alatt érez meg.

E leletek magyarázatot nyújtanak a gerinczagy-sorvadásban szenvedőknél előforduló azon sajátyszerű tünetnyre, hogy ezek a meleget későbbben érzik meg mint az egészségesek, míg a hideg megérzésben nincsen meg ez a különbség. E sajátyszerű jelenségeknek kielégítő okát adni ez idő szerint még nem lehet. (Physiol. Ges. Berlin 1887. június 17.)

H.

## 4.

**A sör diuretikus hatásáról.** Sörivás után, mint ismeretes, szapora és gyakori a vizelet-kiürítés. E tünetény okát kívánta tanulmányozni Dr. *Mori* japáni törzsorvos Münchenben. Kísérleteit önmagán tette 90 ízben, *Lehmann* magántanár vezetése mellett. Különbözőképp változtatta kísérleteit. Majd csak tiszta sört ivott, majd bizonyos mennyiségű vizet hozzá. Azután sorra vette a sör fő alkotó részeit: külön-külön az alkoholt, malátakivonatot, komlófőzetet, szénsavval telített kútvizet, majd pedig összehasonlította a bajor sör hatását 11% alkohol-tartalmú francia vörös bor hatásával.

Kísérleteiből következtette:

1. A sör-polyuria lényegileg a sör alkohol-tartalmára vezethető vissza. A húgyhajtó hatás elősegítésére szolgál a sörben a mellett a szénsav is.

2. Az alkohol húgyhajtó hatásának oka, úgy látszik, bonyolódott. Úgy látszik, hogy az alkohol a szívre és a vesére való hatása nem játsza a fő szerepet, mert ha alkoholt éhgyomorra iszunk, nem idéz elő vizelet-hajtást. Valószínűbb az, hogy az alkohol bejutása a vérbe fokozza a vízfelszívódást, úgy hogy heveny vérvizenyőség támad és innen keletkezik aztán a bő és szapora húgyválasztás.

Az éretlen sör ivása után gyakran szokott támadni nehéz vizelés, mit némelyek a sör erős élesztő tartalmának rónak fel, mások pedig a sörbe jutott komló gyantájának. E nehéz vizelés ellen a nép Münchenben már régóta használja a szerecsen-diót, sőt az igazi sörivó, míg fiatal a sör, rendszeren szerecsen-diót dörzsöl szét sörében. Dr. Mori ezt Pettenkofer tur. ajánlatára megpróbálta önmagán és csakugyan ilyen esetekben hasznosnak találta. (Biolog. Centralblatt. 1887. Nr. 17.)

H.

## 5.

**A szem reczehártyája elemeinek mozgásairól fénybehatás alatt.** Genderen Stort vizsgálatai érdekesekek annyiban, a mennyiben kimutatják, hogy a fény a retina fényérző elemeiben tényleges változásokat képes előidézni.

Vizsgálatai módja abban állott, hogy békák, halak, galambok élő szeméit bizonyos időn keresztül fénybehatásnak vagy abszolút sötétségnek tette ki, aztán leölte az állatot, a retinát megkeményítette, metszeteket csinált belőle és azokon meghatározta a retina csapjainak és pálczikáinak helyzetét.

Észleleteinek fő főeredménye az, hogy ha az állatok több órán át abszolút sötétben voltak, retinájokon a csapok nem abban a helyzetben találtak, mintha több órán át világosságban tartózkodtak.

Ez észleleti tény egy új példája a protoplazmára való photomechanikai hatásnak. (Arch. neerland. des Sciences exactes et naturelles. XXI. 316. l.)

H.

## 6.

**Megöröködött nikotin-mérgezés.** Dr. Walicka 1885 óta tanulmányozza Anrep tanár laboratóriumában az orosz dohánygyári munkások egészségi állapotát. 40 dohánygyárban több mint 1000 embert (férfit, asszonyt, gyereket) vizsgált át. Vizsgálatából az derült ki, hogy ettől a foglalkozástól bizonyos beteges tüneteket kapnak meg az emberek. Különösen az idegrendszer működésében lépnek fel a beteges zavarok, még pedig pupillatágulás, szívszorogás, reszketegség, nehéz lélekzés, fej-, hasfájás, szédülés alakjában, néha erős köhögés mutatkozik anélkül, hogy a tüdőnek valami baja lenne. Egyes esetekben gége- és hörgő hurut mutatkozott emphysemával együtt.

Ez észleletek kiegészítésére szerző állat-

kísérleteket tett, hogy a krónikus nikotin-mérgezést tanulmányozhassa. Három kutya és négy nyúl bőre alá 5 hónapon át igen kicsiny adagokban tisztá nikotint kapott, egy nyulat pedig egy oly szekrénybe tett, melynek fenekén dohánypor állott, melyet a nyúlak folyton be kellett lélekzeni. Az ily módon lassú mérgezésnek kitett állatokon ugyanazon tüneteményeket lehetett észlelni, mint a dohánygyári krónikus dohány-mérgezésnek kitett munkásokon, t. i. az idegrendszer izgatottságának és az ezt követő lehangoltságának tünetényeit.

H.

## 7.

**A vér fajsúlyának változásairól egészséges embernél.** Jones az egészséges ember vérének fajsúlyát Roy módja szerint határozta meg. Ez abban áll, hogy a vizsgálandó vérből egy cseppet ismert fajsúlyú víz- és gliczerinelegybe bocsát az ember és észleli, vajjon a csepp le- vagy felfelé száll-e az elegyben. Könnyű szerivel egész sorozat ilyen ismert fajsúlyú elegyet lehet előállítani. Tapasztalat mutatta, hogy a vér fajsúlyja a különböző egyéneknek 1035 és 1068 között változik; így tehát minden képzelhető fajsúly-ingadozás meghatározására 33-féle elegy megteszi a kellő szolgálatot. Hogy ez elegy ne változzék később valamely bomlás következtében, a szerző chymolt vagy higanychloridot ad hozzá még a fajsúly meghatározása előtt. Az eljárás alkalmazása gyors; a szerző másfél óra alatt 62 egyénen tudott meghatározást tenni.

A szerző ilyen módon tanulmány alá vette azt, hogy mi módon változik a vér fajsúlyja a nem és kor szerint, továbbá evés-ivás után, terhességben, izomerőlködéseknél, továbbá a nap folyamán.

Vizsgálatainak eredménye a következő: A vér fajsúlyja legnagyobb mindjárt születéskor, azután csökken a második hétben és így marad egész két éves korig. Ettől kezdve 35—45 évig fokról fokra emelkedik, az asszonynál az ivarvérzés megálltaig. Férfinál általában nagyobb, mint a nőnél. A terhesség csökkenti a fajsúlyt. Az étkezés akár tömör, akár híg ételek evésénél csökkenti azt. Ugyane hatása van a mérsékelt izomgyakorlatnak, fokozódottabb izomgyakorlatnál azonban a lélekző mozgások együttjáró megélénkülése miatt növekszik a fajsúly. Nap folyamán csökkenni, éj folyamán emelkedni látszik a vér fajsúlyja. (Journ. of Physiol. VIII. 1. l.)



Megjelenik minden-  
évnegyed 1-ső napján  
3 nagy nyolczadrét  
írvnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 1 frt  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettudom. Köz-  
lönyvel együtt, 6 frt.

XX. KÖTETHEZ.

1888. ÁPRILIS.

2-ik PÓTFÜZET.

### A BUDAPESTI ÁSVÁNYTANI INTÉZET SZÁZADOS TÖRTÉNETE ÉS JELEN ÁLLAPOTA.

(Befejezés.)

#### III. Korszak 1850—1885.

##### *A gyűjtemények újjá alakítása.*

Dr. Reisinger János visszalépven a tanári pályáról, az 1849/50-ik tanév kezdetén az orvostudományi dékán magához hivatott engem s kérdezte, nem vállalnám-e el a tanszéket mint helyettes, s azon az alapon, hogy, egy tanári állásért már előbb versenyezvén, az egyetem előtt nem vagyok ismeretlen, meg hogy az irodalom terén is felléptem, hiszi, hogy az állást megkapnám. Én hajlandónak mutatkoztam. Ekkor hozzátette, hogy a zoológiát is át kell vennem, mert ezen tanszék a kettőnek egyesítésével van felállítva. A zoológiával nem foglalkoztam. Az semmit se tesz, mondá, megtanulja ma, mit holnap előad. Így nem vállalkozom. Mentem s Bécsre gondoltam, hova a miniszterium bányászati osztálya, melynek magam is tagja voltam, felvitetett s hol, miként értesültem, Haidinger nekem egy helyet szemelt ki az akkorában megalkotott birodalmi geológiai intézeten. Nehány nap múlva újra hivat a dékán s azzal fogad, hogy Bécsben elválasztották e két tudományt, s itt is elválasztják; adjam be folyamodásomat. Megtettem; az állást elnyertem.

A mint átadták a gyűjteményt, összesen két sovány fali szekrény volt vagy 60 példány ásvánnyal, egyéb semmi! Ez azon kis kézi gyűjtemény, melyet a tanár az előadáson használt s mely szerint a rigorózumra is készültek. A többi része a gyűjteménynek a szekrényekkel együtt, miként említettem, a nemzeti múzeumba volt küldve s már csaknem két éve hevert ott.

A forradalom zajában sajátságos hangulat fejlődött az egyetemi viszonyok ide vágó részében. A vizsgálati díjat eltörölték, megbuktatni annyi volt, mint macskazenét zúdíttani magára. Tettek is vizsgálatot 1849-ben, a határévekhez képest, feltűnő sokan. Hogy ily hangulat a gyűjtemény sorsára nézve baljóslatuvá válhatott, könnyű elhinni.

Első lépésem volt, hogy a gyűjtemény hozassék vissza; az egyetemen az ásványtan önálló tudomány, nem pedig repetitorium az orvosi meg a gyógyszerészeti rigorózumokra. Az áthozatalt reám bízta s 1850-ben visszakerült a gyűjtemény az újvilág-utcai orvostudományi épületbe, hol azelőtt is volt. Hogy hány ládával szállítottak volt a múzeumba, feljegyezve nem találtam. Hozattam, míg azt nem mondták, több nincs. Ebből kifolyólag sem rendes átadásról, sem rendes átvételről szó sem lehetett, mert nem gyűjteményenként, hanem összevissza, minden rendszer nélkül, rohamosan történt a pakolás. Még a szekrényeket illetőleg sem lehetett többé a »status ante quo«-t a Schuster-féle »Catalogus revisionalis« (1811) rajza szerint visszaállítani, a mi a dolgot egyszerűsítette volna, hanem két felé kellett osztani a bútorokat éppen úgy mint a tárgyakat; egy múzeumból két múzeumot kellett csinálni, s e miatt a megoldás lassabban ment. Az ásványok nagy faládákban nem papírba göngyölve, hanem rétegesen egymásra voltak téve moh közé. Nem a félszázados por, mely rajtok volt, hanem a reájok ragasztott apró czédulák tették volna a papír-burok védelmét szükségessé, nem is említvén az alakulat kényes voltát. Csak egy-két ládát pakoltam ki s meggyőződtem, mily baj foglalkozni modern értelemben egy oly gyűjteménnyel, melyet a tudomány félszázados haladásához mérten nem gondoztak. Egyes könnyebb sorozatokat állítottam össze; gyűjtöttem magam is, a miben Haidinger jósága nagy segítségemre volt, kinek beleegyezésével a birodalmi geológiai intézet többszörös példányaiból modern értelemben kaptam anyagot. 1851-ben Londonban, mint az első világkiállításra kiküldött s a csereüggyel is megbízott szakképviselőnek, jó alkalmam volt becses tárgyakat szerezni s így lassanként az eredeti 60 példányt százakkal növelni.

A mineralógiai tanszék azonban (1850) az orvosi karból ismét áttételeztetett a bölcsészeti karba, úgy mint az Egyetemünk megalakulásának első éveiben (1780—1785) volt. Már ennél, de meg az orvosi szakok fejlődésénél fogva is természetesen következett, hogy az orvostudományi épületből ki kellett költözni, s ismét engem ért a baj. 1854-ben folyamodtam a bölcsészeti karhoz új helyiségért s mint ilyen a központi egyetem északi részében, mely a József-ipartanoda kivonulása után üresen állott, az első emeleti termeket kértem, mint tudtommal az egyedül alkalmas helyiséget, mely felett az egyetem rendelkezhetik. A theologiai karral való nem csekély küzdelem után Bécsben dönt el a dolog úgy, a hogy én kértem s áthurczoltam 1854-ben. Ott nagyobbfokú adaptációra volt szükség, úgy építészeti mint bútorzati szempontból. Erre megkészítettem a tervet, mely helybehagyatván, a munkához hozzá is fogtam. De ekkor új változás állott be: az



egyetem németesítésének rendszere. Az üres vagy könnyen mozdítható helyekre német tanárokat hoztak. A supplens is a könnyen mozdíthatókhoz tartozván, engemet kineveztek reáliskolai rendes tanárnak (a vizsgálatok elengedésével) Budára, s az egyetemi tanszéket 1855-ben Dr. Peters Károly foglalta el, ki az új helyiséget berendezte és ernyedetlen szorgalommal, különös szeretettel, kiváló szakképzettséggel oda vitte a dolgot, hogy a régi gyűjtemény példányai közül is sokat feltámasztott, de meg Fauser Antal jeles ásványgyűjtőtől (1857) egy nagy gonddal összeállított rendszeres gyűjteményt is vett, melyben 3124 szám volt. Ara 3500 frt. — Ot évi példás működése után az egyetem magyarosításának rendszere hajnallott, s az egyetem akkori rektora felszólított, vállalnám el ismét e tanszéket, a mi megtörtént az 1861/2. tanévben.

Dr. Peters külön katalógusba foglalva, s egyes lapocskákkal is ellátva adta át a múzeum ama részét, melyből az Egyetemhez méltó tanításra való gyűjtemény volt összeállítva. A hivatalos átadásakor négy része volt:

|   |               |
|---|---------------|
| Rendszeres gyűjtemény üveg alatt . . . . .  | 3048 példány. |
| Ehhez fiók-gyűjtemény . . . . .             | 3029 »        |
| Nagy példányok kitett gyűjteménye . . . . . | 778 »         |
| Terminológiai gyűjtemény . . . . .          | 642 »         |
|   | <hr/>         |
|   | 7497 példány. |

Ha ebből levonjuk a Fauser-gyűjtemény 3124 számát, marad 4373 szám mint olyan, amit más forrásból s többi között a régi anyagból szedett össze.

A régi anyagban kiemeli Szájbély gyűjteményét nem nagy, de igen jól használható példányaival, melyek mindegyike a gyakorlati szakember kezelésének nyomát viseli; kiemeli a Marianna-gyűjteményt, minthogy a példányok termőhelyeit meg lehet kapni, ha egyszer a jelek szerint a felkereséshez hozzá szoktunk; de boszankodva említi a Piller-példányokat, mert ezek termőhelyeit illetőleg, a fémek kivételével, a legtöbb esetben felkiálthatunk Danteval »Lasciate ogni speranza«! A Piller-példányokra már maguk a számok is hanyagabban, csupán viasszal voltak felragasztva, s nagyobb mennyiségben hullottak le, úgy hogy egész rakások kerültek össze olyan példányokból, melyeket Peters egyenesen kidobandóknak talált s mint szemetet elfuvaroztatott.

Ha a II-ik korszak az elhanyagoltság korszaka volt, a III-iknak az újjá alakítás korszakának kellett lenni, s ezen újjá alakítás művét Dr. Peters Károly dicséretesen kezdette meg, s nekem egyszerűen ki volt jelölve az út, a melyen igyekeznem kellett tovább

haladni. Ezen továbbfejlesztésnek egyik ága: a petrografia, a mely a mineralógia és geológia között oly kiváló helyet vívott ki magának, Peters végjelentésében csak meg volt pendítve.

Feladatomnak megfelelően, igyekeztem tehát a petrográfiai intézetet is fejleszteni, az ásványtani oldaláról sem feledkezvén meg. Sem jelentékeny dotációval, sem nagyszabású gyűjteményajándékozással nem dicsekedhetvén, saját erőmből alkottam, gyűjtvén, rendezvén azon végeredménnyel, hogy a központi egyetem helyiségei, noha azokat csaknem még egyszer akkorára sikerült utólag kibővítnem, már elégségesek nem voltak, s különösen a petrográfiai gyűjtemény s a laboratóriumok szempontjából megfelelő épület napról napra kívánatosabb lett.

Új építkezési tervek sokszor merültek fel; annyiszor, hogy valósulásukban már hitem is elveszett. De végre is Dr. Trefort Ágoston, vallás- és közoktatási miniszter ő nagyméltósága kezében az ige testté lőn. A III. korszaktól búcsút vehetünk; engem ugyan a sors harmadszor, de hiszem utolszor sújtott az áthurczolkodás nehezen kiheverhető bajaival.

A III. korszak végeredménye a IV. korszak kezdete s ennek számbeli adatai a jelen állapotot képezvén, azokat a berekesztő következő fejezetbe viszem át.

#### IV. Korszak. 1886 .

##### *A jelen állapot.*

A jelen korszakban nemcsak a gyűjteményről, hanem a dolgozó helyiségekről, valamint berendezésükről is kell szólanom. Míg az elmúlt században a gyűjtemény csak véletlen helyiségekbe kényszerült vonulni, most palotát kapott oly berendezéssel, a mint e tanszak tanára azt a tudomány mai állása szerint tervezte, és Weber Antal építész úr az építési szabályok és a költségvetés keretében véghez vihetőnek találta.

Az egyetemi ásványtani intézet legnagyobbrészt földszint van. Az itteni helyiségek: két múzeumi nagy terem, egy tanterem, előkészítő s egyszersmind a hallgatók tanuló terme, a tanár dolgozó szobája, valamint 3 szobater a krisztallografia számára. Az első félmeletem van hét dolgozó szoba, szétválasztva a munkák természete szerint: mikroszkópiái, fizikai, chemiai, a mely nedves és száraz úton való vizsgálatokra van berendezve; utóbbihoz különösen a lángkísérletek és experimentális geológiai kutatások tartoznak. Van ezen a félmeletemen még két folyosóter megrakva fiókos szekré-



A budapesti egyetem ásványtani intézetének belseje.



nyekkel és asztalokkal kirakásra, valamint egyéb, a szolgál-személy-zettől is végezhető némely munkára. Végre van két tágasabb föld-közi terem fűtéssel s világítással durvább munkák végrehajtására, valamint a gázmotor elhelyezésére.

A két múzeum magas faltérrel van ellátva; szemközt vagy 4 méter magas és több mint 2 méter széles, tehát oly magas ablakok-kal, hogy a faltéren három sor üveges szekrény húzódik végig, oly szempontból szerkesztve, hogy a lehető legtöbb példány üveg alá a szemnek nagy közelségébe jusson. Az üveg csupa tükröüveg, hogy a kristályok torzalakoknak ne látszanak.

Fotografiai felvétel alapján közlöm a mineralógiai múzeum belsejének képét, a mennyire ezt az ilyen felvétel a helyiség okozta nehézségek daczára előtűntetheti. Bemenet a déli ajtón látjuk jobbról a magas faltért elfoglalva 3 galeriától, melyek távolsága egymástól vagy 2 méter. A középben hat polczosszekrény áll, melyek közül az utolsó, a VI-ik látszik az előtérben. A hosszú terem ellen-kező, vagyis északi részén a múzeumi teremből a krisztallografiai osztályba jutunk; a világosság az ajtó üvegtábláin hatol be. A múzeum bal oldalán van a hét nagy ablak s ezek között a hat pi-ramisos szekrény, melyek a képbe még szintén bejuthattak.

A Peters bejegyzteásványok összeszáma, mely rendszeres gyűjte-ménybe jutott, 1861-ben 7497 volt; én ezt a számot felvittem 32,000-re.

Az ásványfajok száma Peters lelépésével 382 volt; most 583.

Az egyik múzeum, melyre a kép is vonatkozik, a mineralógiai s ez a Múzeum-körútra néz. Itt van kiállítva:

|   |        |
|---|--------|
| Üveg alatt három galerián . . . . .               | 6,080  |
| Hat középső polczosszekrény üvege alatt . . . . . | 1,440  |
| Ablak közti 6 magas szekrényben . . . . .         | 2,160  |
| Nagy példány vagy . . . . .                       | 600    |
|   | 10,280 |
| Fiókokban a galeriákon . . . . .                  | 3,000  |
| A 6 polczosszekrényben . . . . .                  | 700    |
|   | 3,700  |

Ebből tehát kivehető, hogy sokkal nagyobb arányban vannak a példányok mindenkinek láthatóan üveg alatt kiállítva, mint fiókban, a közönségre nézve elrejtve.

A petrografiai múzeumban a bútornak hasonmása a mineralógiai-nak; ennek ablakai keletre néznek. Az összes szám itt is kereken 10,000, melyből tán vagy 500 példányt leszámítva, a többi mind az én szerzeményem.

Egyéb szekrényekben:

|                                      | üveg alatt   | fiókban |
|--------------------------------------|--------------|---------|
| A dolgozó helyiségekben elhelyezhető | 2,458        | 17,839  |
| Földközben a tanterem alatt. . .     | 120          | 6,484   |
| Földközben az udvarról . . . .       | <u>2,112</u> | 2,560   |
| Valósággal el van helyezve . . .     | 1,000        | 3,600   |
| Még van hely . . . . .               | 3,700        | 23,283  |

A jövő szükséglet fedezésére tehát kerek számmal vagy 27,000 példányra marad hely a mellékhelyiségekben.

Az első korszak végén és a mostaninak elején a gyűjtemények összehasonlítása szomorú eredményét semmi sem képes jobban kifejezni, mint a rideg számok. Ha a Marianna-gyűjtemény úgy jött volna át mint 1811-ben Schuster adta át utódjának, azzal magával bőven megtelt volna a mostani mineralógiai múzeum három galériája. Ha a Piller-gyűjtemény is átjött volna, annak javával kiegészítve és újabb előfordulási példányokkal felfrissítve, egyetemi múzeumunk gazdagságra, de főleg belbecsre nézve Európa legelső múzeumai közé emelkednék. Hogy azokból mennyi emésztődött el kellő felügyelet és általános elhanyagoltság következtében a II. korszak alatt, legérzékenyebben van hivatva kimutatni az arany és az ezüst, mert ezek bírnak legtöbb ingerrel azokra, kik a múzeumi tárgyak iránt a becsület kegyeletét szívükön nem hordják.

1811-ben volt a Marianna-gyűjteményben:

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| Arany-ásvány. . . . .            | 112        |
| A Piller-gyűjteményben . . . . . | 318        |
| Összesen . . . . .               | <u>430</u> |

|  |            |
|--|------------|
| Ezen 430 példányból van jelenleg . . . | 67         |
| Fauser gyűjteményéből . . . . .        | 29         |
| Peters szerzése . . . . .              | 2          |
| Szabó szerzése . . . . .               | 56         |
| Jelenleg összesen . . . . .            | <u>154</u> |

|  |            |
|--|------------|
| Ezüst volt(1811)a Marianna-gyűjteményben | 137        |
| a Piller-gyűjteményben . . . . .         | 79         |
| Összesen . . . . .                       | <u>216</u> |

|                                     |           |
|-------------------------------------|-----------|
| Ezen 216-ból van jelenleg . . . . . | 43        |
| Fausertól véve . . . . .            | 12        |
| Szabó szerzése . . . . .            | 16        |
| Jelenleg összesen . . . . .         | <u>71</u> |

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Egészben így áll: 1811-ben volt. . . | 26,239  |
| Jelenleg a példányok összes száma. . | 32,000. |

Az új és biztosan megállapított százados előfordulás egymást kiegészítve, egyetemi gyűjteményünknek mindenkorra becses saját-sága marad.

Az újabb szerzemények kiválóbbjai közül némelyekről külön is meg kell emlékezni. Ezek között első helyen a *meteoriteket* említem. A knyahinyai nagy meteorkőhullás (1866) után személyesen siettem az csés helyére, a helyszínen tanulmányokat tettem s gyűjtöttem nagy számmal, úgy a mint ezt az Akadémia egyik ünne-pélyes ülésén előadtam.\* Az egyetemi gyűjtemény számára hoz-tam a példányokat mind, kivéve a második legnagyobb példányt, melyet a nemzeti múzeum számára szereztem meg, hogy legalább ez maradjon az országban, miután a legnagyobbat (mintegy 6 mázsás darabot) Bécsbe szállították. A meteoritek jó csereanyagot képviselvén, nem mulasztottam el ezt érvényesíteni, és így kaptam Krantzól a legnagyobb meteorvasat Mexiko Toluca völgyéből, mely addig múzeumban kiállítva volt. Én ketté vágattam, csiszoltattam és étettem; de legnevezetesebb a kezelésnek azon eredménye, hogy az oxidkéreg kitisztítása után a felület egyik mélyedményéből jól kivethető nagy oktaéder tűnt elő. Utazásom közben az ország EK. megyéiben egy olyan *árvai meteorvasat* szereztem meg, melyben mandola-nagyságú grafit van kiválva. Ennél nagyobb eddig nincs följegyezve. A ritka *zsadányi meteorit* is elég jól van képviselve. Peters 5 meteoritot hagyott; most van 137; ezek között knyahinyai 80. A meteoritek a mineralógiai múzeum előtermében vannak felállítva az ablak mellett, fali szekrényben.

A *wehrliet* már említettem. Említhetek a carrarai márvány-bányából egy víztiszta *fluoritot* hexaéderben kristályodva, a mi éppen úgy van a márvány kis üregében fennötten kiképződve, mint a hogy a kvarcz oly gyakran szokott előfordulni. Az olasz szakmunkák sem említik ezen előfordulást; B o m b i c c i (Bologna) és M e n e g h i n i (Pisa) is meglepetéssel hallották tőlem ezen közlést; gazdag helyi gyűjteményeikben nem volt ilyen előfordulás képviselve, pedig az én példányom olasz ásványkereskedőtől van véve. A hexaéder csúcsain szerencsére látható a rejtett (oktaéderes) hasadásirány. A fluoritok között a kapnikiak másutt eddig sehol sincsenek ilyen kiváló sorozatban.

Itt van Peters két új ásványfájának, a *Biharit*-nak, és *Szajbélyit*-nek eredeti példánya, valamint Peterstől Rézbánya vidéke tanulmányozásá-nak egész sorozata. Itt van több honi ásvány, melyet elemezni a tudo-

\* Meteorkő-hullás Ungmegyében, Knyahinyán 1866 június 9. Akadémiai Évkönyv XI. k. VII.

mány érdekében szükségesnek látszott, azon példányokban, melyekből az elemzéshez az anyag vétetett (sugaras Augit Dognácskáról, leveles Augit Moraviczáról, Heulandit Rézbányáról, Bournonit Felsőbányáról, Gránát Szokolya Hutáról. Elemezte Hidegh); itt van a Brochantitnak Rézbányáról egy saját típusa, Schrauf tanulmányozása szerint; itt vannak az általam felismert vagy leírt új honi leletek eredeti példányai: Helvit Kapnikről, Úrvölgyit Úrvölgyről, úgyszintén Óhegyről s innét Pharmakosiderit. A budai calcitok példányaiból szép sorozatom van; van a budai baritból nemcsak a fennőttből, hanem a bennőttből is, melyet a tunnel ásásakor összesen vagy hét nagyobb és sok apró példányban találtunk. Megemlítem az Euklas kristályt, melyet egy pétervári mineralógus csereüzletben 1000 frtra tartott és az Uralból valónak állított. Nyomoztam honát s az okiratok sorozata alapján kiderült, hogy braziliai; de tudományos tekintetben igen becses.

A brancheville-i Spodumen és elváltozásai teljes sorozata is érdekes tárgy, minthogy amerikai barátaim (Brush és Dana) szép tanulmányának minden eredményét teljes sorozatban összeállítva képviselik. San Franciscóból nem rég lepett meg Henry Hanks barátom Hanksit és Glauberit kristályokkal szép példányokban. Nem mulaszthatom el, hogy ide való barátim figyelmét is hálával ne említsem meg: Vámbéry Ármán egy darab Nephritet ajándékozott, mely a legnagyobb eddig ismert Nephrit példányról van leütve, arról, melyből Timur (Tamerlan) sírkövét készítették (1405). A mint az oroszok Szamarkandot elfoglalták, a katonák kezdték szétütni. Megakadályozta őket vezérlő tisztjük, Moser Henrik, svájci, ki Vámbéry munkái nyomán tájékozva volt s ezen expedícióról írt is munkát francia nyelven, melyet Budapestre személyesen hozott Vámbérynek tisztelete jeléül, s ugyanegyütt ezen Nephrit darabot adta neki. Ugyanazon alkalommal (1887. Józsefnap) egy más barátom, Deák Farkas, egy kitűnő nagyságú *meteorkövel* lepett meg Vajda-Kamarásról, Mócs szomszédságában, az 1882-iki esésből.

Az ásványok olvadásának, valamint a földpátok meghatározásának módszeréhez, melyet én vezettem be a tudományba, a nagy gonddal és fáradsággal gyűjtött anyag teljes sorozata szintén az intézetben van elhelyezve.

Az egyes laboratóriumok berendezése részint már előbb kezdődött alattam, részint most van folyamatban. A mikroszkópi foglalkozásokat a petrografiában vagy 15 év óta vezették be rendszeresen a tudományba; gondom volt rá, hogy azokat itt is azonnal meghonosítsam; most már 11 mikroszkóp van az intézetben s ezek között nem hiányzanak a legtökéletesebb berendezésűek sem.



Egy elektromos mikroszkóp Dr. Stricker és Plöszl rendszere szerint külön mineralógiai célokra is berendezve, most van készülöben, a mi azok után, miket vele Bécsben megkísérlettem, a demonstrációkra, valamint tanulmányozásra is hathatós taneszköznek igérkezik.

Jelenleg a krisztallografiára került a sor; és itt szabadjon a korok szerint összehasonlítást tennem. Az I. korszak végén (1811) Schuster csak egy nagyító üvegről tesz említést, mint az intézet legfinomabb tudományos eszközéről.\* A II. korszak végén volt egy Carrengneau-féle szögmérő, egyéb nem. Itt azonban a tanár mentségére a régi okiratokból azt kell felhoznom, hogy egy Wollaston-féle szögmérőért háromszor folyamodott a Helytartó-tanácshoz és mindannyiszor elutasították. Ma nemcsak a pontos eszközök száma, minősége és változatossága, hanem maga a helyiség olyatén berendezése által is kiemelkedik a krisztallografiai osztály, hogy abban a tudomány előbbrevitelének modern kellékei ritka tökéletességgel vannak egyesítve. A kristályok fizikájának egyetemi magántanára, Dr. Schmidt Sándor úr az ásványtani intézet kötelékében működik s én kedves kötelességemnek tartom módot nyújtani neki, hogy finom speciális kutatásaiban a modern eszközök szolgáltatta támaszt megkapja. Kötelességet mulasztanék, ha köszönettel meg nem emlékez-ném Semsey Andor úrról, ki az intézetben krisztallografiai kutatásokkal maga is foglalkozik és, ha foglalkozása közben valahol hiányt tapasztal, nem is tudna másként cselekedni, mint annak pótlásáról rögtön intézkedni.

A többi berendezés csak fokozatosan történik, az országgyűlés a költséget erre csak évről évre részletenként szavazván meg.

Az egyetemi intézetek már kezdettől fogva nyilvánosaknak voltak gondolva. Ime itt van egy erre mutató hirdetmény 1816-ból, mely három nyelven: latínul, magyarul, németül volt ki függesztve. »Jelentés. A M. K. Universitas Szerzeményi s Museumi kinekkinek, ki azokat meglátogatni kívánnya, itt következő napokon nyitva állanak; u. m. 1. A K. Universitas Bibliothekája hetenként minden nap, a Vasár- Hétfő és nagy Ünnepe napokat kivéven d. e. 9—12; d. u. Télen 2—5, nyáron 3—6. -- 2. A Természeti, Anatomia-Physiologiabéli dolgok Museuma (az Orvosló Tudóskar épületében a Hatvani utszában) minden héten Pénteken . . . . 3. A Physika-Mechanika-Hydraulika Tudomány-

\* Instrumenta oryktognostica et chemica: Microscopium duplex in circuli aurichalcicis cum tectura ossea.

beliek Museuma (az Universitasnak nagyobb épületében) minden Kedden d. u. . . .

A K. Universitas Academicus Magistratusának Augustus 14. 1816 tartott üléséből. A Rector és az Academicusi Magistratus a M. K. Universitasnál.«

Az én meggyőződése is az, hogy nyilvánossá kell tenni, főleg azok számára, kik tanulni akarnak. A mai ünnepies bemutatást nem fejezhetem be a nélkül, hogy a két múzeum tartalmát a helyszínén vázlatban be ne mutassam.

A *mineralógiai múzeum* fő részét a rendszeres ásványgyűjtemény képezi. Ez három szekréynysorban egymás felett van felállítva, s mintegy 6500 példány üveg alatt jól szemlélhetővé téve. A felállítás Dana rendszerében van mineralógiájának az eddig utolsó kiadása szerint, a melyet Ásványtanom III. kiadásába (1873) csaknem változatlanul átvettem. Felette nagy haszon egy nagyobb gyűjteményt oly rendszer szerint állítani fel, melyhez részletes, az előfordulási viszonyokra és az irodalomra kiterjeszkedő leírás van. Ilyen Dana nagy munkája (A system of Mineralogy. Descriptive Mineralogy. . . . Fifth Edition. New-York. 1868). A felállításnál nemcsak a 6 osztály, de a részletesebb beosztások nevei is ki vannak téve a hierarchiai sorozat megkivánta kitüntetéssel. Megvan továbbá minden fajnak leírása könyvem szövegének felhasználásával, úgy hogy más kalauz, a minőt múzeumok látogatói számára írni szoktak, itt nélkülözhető; sőt a tanulni óhajtónak könyvet sem kell hozni, csak a szekrényekhez közel állni s ott megtalálja lényegben mindazt, a mi miatt másképp könyvre lett volna szüksége. Ezen a módon az ásványtani rendszer minden faja belejön az intézeti gyűjtemény képviselőjébe, a mennyiben a folyószámmal ellátott fajok közül szövegben még olyanok is előfordulnak, melyek ásványpéldányban hiányzanak. Ez nyilván tartja, hogy mely faj nincs meg, s olykor a leírásból az is kiderül, hogy az meg se szerezhető többé. Az I. osztály a természetes elemekkel a földszinten, az alsó galéria északi oldalán kezdődik az 1-ső számú szekrényben. A szekrények azután folytatólag számozva következnek egymásra; ajtajok felett fehér porcellán-lapocskára a fekete szám jól kiválva mutatja a sorrendet. A 6-ik szekrényvel kezdődik a II. osztály: a kén, arzén . . . vegyületek; a 17-ben van a kis III. osztály: chlór-, bróm-, jódvegyületek; 18-ban a kis IV. osztály: fluórvegyületek; 19-nél kezdődik a legnagyobb osztály: az oxigénvegyületek s ezekkel elérünk a 23-ik szekrényig, hol az alsó galéria végződik. Most felmegyünk a sarokban levő csigalépcsőn és a közép galérián északon a 24. számú szekrény szakaszánál találjuk a folytatást, mi az 1-ső számú fölött van. Ez végződik a 46-nál s azután a felső vagy harmadik galérián

kell ugyanazon a módon a szekrényszakaszok száma szerint végigmenni a 47-nél kezdve, a 68, 69-nél végezve, mely két utolsóba a VI. osztály: a hydrocarbon-vegyületek vannak beszorítva.

A fajok felállításában a geográfiai oldálnak adtam kifejezést, mert így az egyenlő körülmények között véghez ment képződés eredményét szemlélhetjük, de meg topográfiai tájékozást is nyújt. Minden fajnál előbb a Magyarországon előfordulókat vettem, s hogy ezek jól feltűnjenek, nemzeti színű lapokat használok. A mint megszűnik a nemzeti szín, a példány nem magyarországi. Itt más, de egyféle szín jön mindaddig, míg ugyanazon termőhelyről valók a példányok. Az ezüstnél (3 szekrény) hosszú sora van a kongsbergi példányokon a lángvörös lapoknak, mert onnét érdekes példánysorozat maradt fel, főleg a Marianna-gyűjteményből. A vöröset felváltja egy fehér (Svédország), azután ismét sok zöld (Oroszország) stb.

A mineralógiai múzeumban a második gyűjtemény a terminológiai, mely a terem közepén álló I—VI. polczosszekrényben van részint üveg alatt (vagy 1440 példány) részint a fiókokban. Ezek azon példányok, melyek az ásványtan előkészítő részében a definíciók vagy általában az egyes tulajdonságok illusztrálására szolgálnak. Eme gyűjteménynek is Peters vetette meg az alapját, de most tetemesen ki van bővítve és egészen a tankönyvem szerint van berendezve, hogy a tanulásban bővebb kalauzúl legyen használható. E gyűjteményben sok becses és értékes tárgy van: különösen kiemelem a pszeudomorfák szép gyűjteményét a VI. szekrény 4. szakaszában, továbbá Selmeczről a Koroda telérből, Mihály aknából a Calcit paramorfák oly teljes gyűjteményét, hogy azt e részben eddig unikumnak mondhatom.

Végre a mineralógiai múzeum harmadik gyűjteménye az ablakok között álló piramisos szekrényekben van. Ezek az ásványrendszereket tüntetik elő kor és elv szerint.

A *petrográfiai múzeumban* szintén a három galeria foglalja magában a főgyűjteményt. Itt azonban soronként változás van.

Földszint a bemenettől balra az 1. számú szekrénytől kezdve a *Rendszeres Kőzetgyűjtemény* van összeállítva a földgömb minden részéből való példányokból, s tart a terem ellenkező oldaláig a 25. számú szekrényig, hol a gyűjtemény be van fejezve. A közép galerián vannak Magyarország azon trachitvidékei részletesen képviselve, melyeket én tanulmányoztam át: kezdődik a 26. szekrényben a dunai trachitcsoporttal, hol a jobbparti kőzetek között Dr. Koch Antal saját gyűjtése is van, az ezen vidékről írt részletes munkája szerint; azután a balparti trachithegység s végződik a 30. szekrény-

ben. Ezt felváltja a selmeczi trachitcsoport s ennél kétféle gyűjtemény van: az első az általam készített geológiai térkép szerint, tehát rendszeres gyűjtemény, mely nagyrészt az 1885-iki kiállításon volt; a másik pedig Selmecz környékének nagy szelvényét tünteti ki, a II. József altárna vonalán. Következik a 40. szekrényben a Mátra, s erre Tokajhegyalja a 43-ban, melynek gazdag sorozatát Szádeczky Lajos tanársegéd úr az utóbbi években északiabb tájakról, mint a hol én voltam, kiegészíti. A Trachit-gyűjteménynek úgy ezen nevezett tájakról, mint egyebekről, melyek itt nincsenek említve, többi példányai a mellékhelyiségekben, fiókokban vannak elhelyezve, s azok tán még többet tesznek, mint az a mi üveg alatt a közép galerián van. A magyarországi trachitok szintén ezen galeria északi oldalán az 50. szekrényben végződnek.

A felső galeria a Magyarországon kívül eső vulkáni vidéknek van szánva, legnagyobbbrészt olyan helyekről, hol én is tettem tanulmányozást. A felső galeria a déli oldalon kezdődik az 51. szekrénnel s ebben Szerbia trachit s egyéb kristályos kőzetei vannak, nem maradván el más s néha a kővületes kőzetek sem, ha viszonyban állottak a trachit kitöréséhez. Szerbia után jönnek északi Olaszországban az Euganei trachithegyek, szintén kimerítő gyűjteménnyel (57—59). Ezután következik Görögországnak három nevezetes déli szigete a Cycládokból: Santorin modern vulkáni sziget (60—62), Milos pliocén-diluviális trachit-sziget (63), s függelékül Laurium Athén mellett (64). Végre Syra, a metamorf-képződmények egyik legnevezetesebb vidéke (65). Santorinból az Anaphi kis szigetről is hozott akkori útítársam Inkey Béla úr gyűjteményt. A folytatás (66) Kaukasz Déchy Mór jóságából, kinek nemcsak a 16,000 láb magas Elbruz tetejéről köszönök egy Labradorittrachitot, hanem, Schafarzik úrral együtt tevén (1884—1887) a kirándulást, a Kaukasz középhegységéből is vannak kőzeteim. Következik Algeria (67), honnét én hoztam 1881-ben részint kristályos kőzeteket, részint Nummulitokat Oran tartományból. Bezárja ezen galeriát Franciaország, honnan egyéb kisebb sorozaton kívül főleg Auvergne vidéke, a Puy-k Mont Dore és Cantal részint saját gyűjtésem, részint Clermont-Ferrandban »Fouilhoux père et fils« jeles gyűjtőktől vett rendszeres gyűjtemény által van tanulságosan képviselve.

A petrográfiai múzeum közepén az I—VI. polczosszekrényben a kronológia isztratigrafia van, különös tekintettel az egyes korszakokban létrejött kőzetekre: úgy az üledéki kőzetekre, az ő vezérkővületeik szerint, mint a vulkáni és metamorf-képződményekre. A mi üveg alá nem fér, alul van a fiókokban; s itt tartom rendesen azon nagyobb példányokat is, melyeket az előadáson bemutatok.

A polczok között van külön asztalon három relief: Budapest, Etna és Vezuv; az ezeknek megfelelő közetsorozat az ablak közti 4 magas piramisos szekrényben látható. Budapest közetei külön vannak a bal partról és külön, de nagyobb számban is a jobb partról. A Vezuvot vagy hatszor látogattam meg. A vezuvi gyűjtemény szép: nemcsak az erupciók termékei vannak meg 64 nevezetes erupcióból, elkezdve a legrégebb feljegyzettel (Krisztus után 79 évben), de tudományos becsre nézve is sok érdekes dolgot gyűjtöttem, főleg S c a c c h i, nápolyi egyetemi tanár kollegám szívessége következtében, ki sok becses tanulmányához példányokban ajándékozta nekem az illusztrációt. Van két marmarosi sóbánya-minta, mint tanulságos tanszer, melyek a sótest települési viszonyait érdekesen és könnyen felfoghatóan tárják elénk, azon kívül pedig a fejtésmódot is láthatóvá teszik.

Egyéb vidékekről is, melyek itt említve nincsenek, sok érdekes gyűjtemény van, a melyeket tudományos szempontból sokszor az tesz felette becstessé, hogy az illető szerzőktől kaptam, mint tanulmányozásuk illusztrációját. F o u q u é-től vannak trachitok Auvergneből az ő tanulmányozása és elnevezése szerint; M i c h e l L é v y-től a Morvan közetei; V é l a i n az ő nagy munkájában leírt közeteket adott Aden, St. Paul, Amsterdam vulkáni szigetéről az Indiai oczeánban, valamint a Vogesekből. B e c k e r (New-Yorkban) valóban nagy áldozatot hozva, ütött le darabokat a Sutro altárna trachit zöldköveiből Nevada államból. C r o s s Denver vidékéből, J a m e s H a l l New-York államból, H a r r i n g t o n M o n t r e a l környékéből. L o s s e n a Harzhegységben, R o s e n b u s c h a déli Schwarzwald, B o r i č k y a csehországi vulkáni kőzeteken tett szép tanulmányozásához adott példányokat. És így sorolhatnék fel többet is; de ilyen rövid vázlatban a petrográfiai múzeum tartalmára és tudományos becsére nézve elég ennyi is tájékozásul.

DR. SZABÓ JÓZSEF.

---

## A FOLYÓS SZÉNSAVRÓL ÉS A GÁZOK MEGSÚRÍTÉSÉRŐL.\*

Az anyagi testek egyik legérdekesebb tulajdonsága: a halmazállapot különfélesége. Közöséges körülmények között egyik test szilárd, másik folyékony vagy épen gázalakú. Feltűnő, hogy némelyik csak egy bizonyos alakban fordul elő, másik két, sőt mind a három alakot felöltheti, tehát halmazállapotát — könnyebben vagy nehezebben — változtathatja.

Már a legrégibb korban is nagy számmal voltak efféle testek ismeretesei. Ilyen pl. a víz, mely mint jég vagy gőz egyaránt gyakori, vagy a kén, mely aránylag nem magas hőmérsékleten megolvad, sőt gőzzé alakul. Ezekkel szemben nem hiányoztak kivételes testek sem, melyek halmazállapotukat makacsul megtartva, minden emberi törekvéssel daczoltak, noha az analógia a mellett szólt, hogy *a halmazállapot minőségét az anyag mifélesége mellett csak a külső viszonyok, t. i. a hőmérséklet és nyomás határozzák meg*. Ilyen kivételes test volt s még ma is az: a *szén*, mely csak szilárd halmazállapotban fordul elő; ilyenek voltak a különféle gázok, melyek egész a legújabb időkig megsűrítetlenségnek látszottak s épen ezért a sűríthető gázoktól megkülönböztetésül állhatatosaknak, permanenseknek neveztettek.

Mi sem természetesebb, hogy önként felmerült, mert fel kellett merülni a kutató s mindenben törvényszerűséget kereső emberi elme előtt azon kérdésnek, mi okozza a halmazállapotok között mutatkozó lényeges különbségeket s miben áll tulajdonképpen eme különbség, vagy helyesebben: milyen összefüggés van a különféle halmazállapotok között?

Hogy a kérdés megfejtése remélhető legyen, mindenek előtt szükségesnek látszott, mentől számosabb tény megvizsgálni; tehát első feladat volt,

mentől több testen létesíteni a halmazállapot megváltoztatását s egyszersmind megfigyelni a körülményeket, melyek a változás lényegére elősegítő vagy gátló hatással vannak. És itt mindjárt szembetűnt a hőmérséklet szerepe, mely e változásokban elsőrangú tényezőnek látszott. Tapasztalati tény ugyanis, hogy a hőmérséklet emelkedése a hígabb, csökkenése pedig a sűrűbb halmazállapottal szoros egybefüggésben van. Hiszen a hőmérséklet hatását már ős idők óta sikerrel értékesítették nemcsak a tudományos buvárlatokban, de a különféle ipari műveletekben is; így létesültek pl. azon módszerek, melyek a szállítás, lepárlás stb. elnevezéseken a legfontosabb technikai eljárásokká váltak.

A gázok folyósítására vonatkozó első kísérletekkel már a múlt században találkozunk; nevezetesen a kéndioxidot Clouet, az ammoniakot Guyton-Morveau és Marum, az arzénhidrogént Stromeyer állították elő, erős hűtés útján, folyadék alakban. Azonban Faraday volt az első, ki a gázok megsűrítésének lehetőségét általános szabályul kimutatta azon eljárás útján, melyet a tudományba ő vezetett be s mely annak csakhamar egyik hatalmas buvárlati eszközévé vált. E módszer már nemcsak a hőmérséklet, de a *nyomás hatását* is értékesíti. Ily módon sikerült neki folyós állapotban előállítani a széndioxidot, kénhidrogént, sósavat, kéndioxidot, cyánt, ammoniakot és chlort; ellenben a hidrogén, oxigén, nitrogén, foszforhidrogén és fluorsilíciumnak folyósítására célzó kísérletei siker nélkül maradtak. Faraday sikerétől buzdítva, csakhamar több buvár kezdett ugyane feladattal foglalkozni; közöttük legtöbb eredménnyel Thilorier, ki a folyós szénsavat oly nagy mennyiségben is előállította, hogy e folyadék fontosabb sajátságainak tanulmányozása lehetővé vált.

És itt helyén lesz a szénsavat illető

\* 1886. április 21-ikén a Term. tud. Társulat szakülésén tartott előadás.

történeti adatokra rövid visszapillantást vetnünk. Kitünő például s bizonyítékul szolgál ez arra, hogy az emberi szellem miként jut el a legelemiebb ismeretekből fokenként a legszebb s legnagyobb eredményekre. De annyiban is érdekes kissé bővebben foglalkozni a szénsavval, mert e test épen egyike azon vegyületeknek, melyek a szervezetek életében oly kitünő szerepet játszanak s az eddigelé folyósított gázok között ennek van az iparban is a legnagyobb s bátran mondhatjuk igen sokoldalú alkalmazása.

Ismeretes mindnyájunk előtt a kölcsönös létfenntartás, mely az állat- és növényország között főképen a szénsav közbenjárásával jó létre; tudjuk, hogy az állati szervezet élete nem más, mint lassú, de folytonos égés; égése azon szénnnek, melyet a táplálék a növényi szervezetekben termelt bonyolultabb összetételű szénvegyületek alakjában juttat az állatba; nem ismeretlen előttünk az sem, hogy az állati szervezetben képződő nagy mennyiségű széndioxidból a Nap hatalmas sugarai révén mint épül fel a növények teste s miként termődik újjá az oxigén, hogy ismét megkezdődjék a szénsav körútja, mely mind a növényi, mind az állati életre valóságos »*conditio sine qua non*«.

Messze vezetne tárgyamtól, ha szólni akarnék mindazon folyamatokról, melyekben a szénsav annyira fontos tényezőként jelenik meg; egyszerűen csak megemlítem Földünk geológiai alkotására fontos szerepét, melyet az üledékes kőzetek képzésében játszik, midőn a carbonátokat a szénsavas víz egy helyről más helyre hordja. Az említettekből önként következik, hogy az ily fontos tényezőnek nagy mennyiségben kell jelen lenni a természet műhelyében; s valóban óriási az a tömeg, a melyben a szénsav szabadon mint gáz, vagy kötve — különböző vegyületek vagyis carbonátok alakjában — Földünk légkörében, illetőleg szilárd kérgében előfordul.

S mégis csak a XVII-ik század elején ismerték fel a szénsavat. V a n H e l-

mont ugyanis azt tapasztalta, hogy erjedéskor, égéskor stb. egy légnemű test képződik, mely a közönséges levegőtől sokban különbözik. Ugyanő megtalálta e gázt a *nápolyi kutyabarlangban*, a *spai* ásványvízben, sőt az alkalifémek és földfémek carbonátjaiból híg ásványi savakkal elő is állította s hogy a levegőtől megkülömböztesse: »*gas silvestre*« névvel jelölte meg. Hoffmann »*spiritus mineralis*«-a, a mit ásványvizekben talált, szintén a széndioxid-gáz. Azonban még jó ideig minduntalan összetévesztették a levegővel; egész a XVIII-ik századig, midőn Black bővebb vizsgálatai alapján már határozottan megkülömbözteti a közönséges levegőtől s »*fix levegő*« névvel jelöli, mert a földfémek carbonátjaiban vagy — mint akkor nevezték — a földekben rögzítve, fixálva jön elő. Black ismerte fel a szénsav képződését a mészégetéskor. 1774-ben Bergmann összegegyűjtötte előzőinek a szénsavra vonatkozó adatait s minthogy e gáz a levegőben mindig jelen van: *Luftsäure* névvel jelölte meg.

A chemia nagy mestere, Lavoisier volt az első, ki a szénsav alkotát megállapította. Kimutatta, hogy a higanyoxid és szénpor együttes hevítésekor előállítható gáz nem lehet más, mint a szénnnek oxigén vegyülete. Ezt követették a Dumas és Stas klasszikus kísérletei, kik grafitnak s gyémántnak oxigénben elégetésekor — meghatározván a képződő szénsav mennyiségét — pontosan megállapították a kémiai alkotot. E kísérletekkel teljesen összevágtnak Roscoe újabb meghatározásai.

A szénsav alkotára vonatkozó kísérletekkel csaknem egyidejű annak sűrítését, vagyis folyós állapotban való előállítását célzó első kísérlet, melyet 1823-ban Faraday tett. E kísérlet nagy mértékben magára vonta a szakemberek figyelmét s megindult a kísérletezés, mely aránylag igen rövid idő alatt valóban fényes sikerre vezetett. Faraday egyszerű és szellemes módszere ma már nincs használatban, de az elv — mely

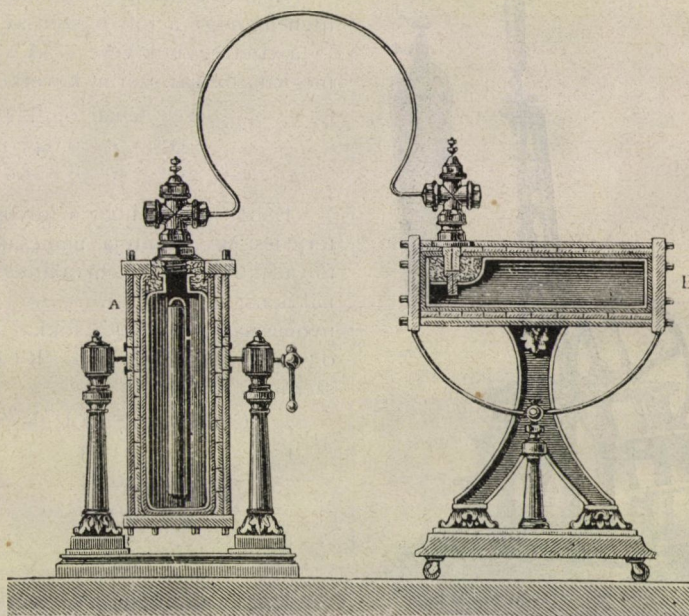


szerint a gáz nagy nyomás alatt sűrűdött meg — a rá következő sok kísérletnek is alapjául szolgált.

Kísérletéhez Faraday tompa szöglet alatt meghajlított s egyik végén beforrasztott üvegcsövet használt, melybe kénsavat s e fölé platinalemezen szén-savas ammóniumot öntött. Beforrasztván a cső szűknyílású másik végét, s a készüléket óvatosan félrehajlítván, lassanként érintkeztette a két anyagot egymással. A nagy mennyiségben fej-

lődő szénsavgáz a cső másik, hidegebb végében saját nyomása alatt megsűrűdött. Az így előállított folyós szénsavat azonban további kísérletre nem használhatta, mert a cső a felnyitáskor, a gyors nyomásváltozás miatt, mindig explodált.

Mellőzvéen a Gore javasolta módosítást, felemlítem Thilorier-t, ki először állította elő nagyban a folyós szénsavat. E célra két erős öntöttvas-hengert *A* és *B* használt (l. 1. ábra), melyek légzáró összeköttetés és egy csap



1. ábra. Thilorier szénsavsűrítő készüléke.

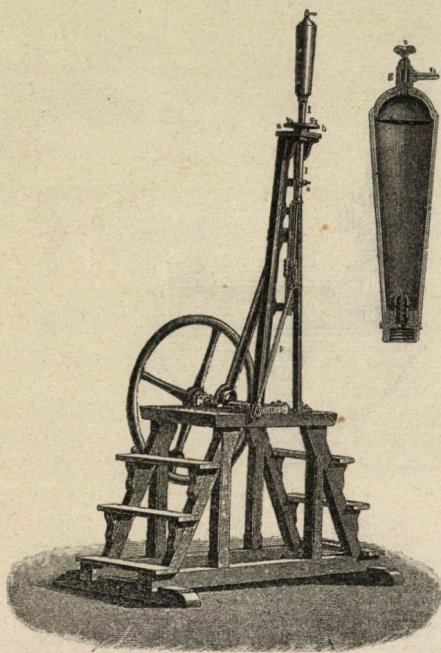
révén közlekedhettek egymással. A szénsav az egyik edényben fejlődött és pedig nátriumhidrocarbonát és kénsav kölcsönhatására. Kinyitván a csapot, a szénsav nagyobb része a hidegebb hengerben saját nyomása alatt megsűrűdött. E módszer azonban költségese volt és egyéb hiányai mellett még életveszélyes is volt. Egy ifjú vegyész, Hervey, az ilyen palack szétrobbanásakor életét vesztette el. Ez okból Mareska és Donny a készüléket módosítani akarták, de mindeme törekvéseket csak-

hamar háttérbe szorította a Natterer-től 1844-ben szerkesztett sűrítő készülék, a melyet némi módosításokkal ma is használnak. Natterer a nátriumhidrocarbonátból hígított kénsavval előállított gázt alkalmas sajtoló géppel egy kovácsoltvas-palackba (2. ábra) szorította, mely fölül csavaros, alól rúgós csappal záródott. Ebben az edényben a  $0^{\circ}\text{C}$ . hőmérsékletű szénsav 35 légköri nyomás alatt folyóssá sűrűdött.

Legújabb időkben Beins, Raydts mások módosításai szerint többé-



kevésbé különböző berendezési sűrítőket használnak, melyeknek részletesebb ismertetése e sorok határain kívül esik. Elég megjegyezni, hogy elvben mind megegyeznek a Natterer-féle módszerrel. Most már az eredeti Natterer-palaczk helyett, melybe csak mintegy 3—400 gr. folyósszénsavat lehet tölteni, olyan palaczkokat használnak, minőt a 68. oldalon levő 3. ábra tüntet fel hosszmetsetben. E palaczkok készítésében igen nagy gondot fordítanak ellenálló



2. ábra. Natterer gépe és palaczkja.

képességre; mert noha legföljebb csak 50—70 légköri nyomásnak lesznek is majd kitéve, hivatalosan 250 légköri nyomásra próbálják ki őket. A R a y d t szabadalma szerint készülő palaczkok mintegy 4 kilogramm szénsavat foglalhatnak be; vannak a forgalomban 8—10 kilogr. tartalmúak is. Hosszuk körülbelül 1 méter, átmérőjük 10 cm., falvastagságuk a középtájon 9 mm., az alsó végen 15, a felsőn pedig 25 mm. A záró szerkezet igen egyszerű: a végen látható *e* csavaros csapot tetszésünk

szerint nyithatjuk, s a folyós szénsav az *f* oldalnyíláson igen nagy erővel tódul ki. Egészen tőlünk függ, hogy a palaczkból folyós vagy gázalakú szénsavat kapjunk. Az utóbbi esetben a csapos végét fel felé kell irányítani. A palaczk, hogy könnyen bánhassunk vele, egy ráerősített vasgyűrűvel alkalmas talpra helyezhető s vízszintes tengely körül forgatva, tetszés szerint állítható. A záró szerkezetet a szállítás alatt kovácsoltvasból készült s felcsavarható sisak védelmezi.

Nem lesz talán érdektelen megemlítenem, hogy a folyós szénsav *fajsúlya* — a vizét egynek véve — Andréjev meghatározásai szerint következő:

$$\begin{array}{rcl} - 10^{\circ} \text{ C-nál} & 0.9951 \\ & 0^{\circ} & \gg 0.9470 \\ + 20^{\circ} & \gg & 0.8266 \end{array}$$

Ebből látjuk, hogy a folyós szénsav terjedési együtthatója nemcsak a többi folyadékokénál, hanem valamennyi gázénál is nagyobb. *Forráspontja* (760 mm. nyomásnál)  $78.2^{\circ} \text{ C.}$  fokkal fekszik a  $0^{\circ}$  alatt. *Feszítő ereje* (Regnault szerint):

|                                |       |                |
|--------------------------------|-------|----------------|
| — $25^{\circ} \text{ C.}$ -nál | 17.11 | légköri nyomás |
| 15° »                          | 23.13 | » »            |
| 5° »                           | 30.84 | » »            |
| + 5° »                         | 40.46 | » »            |
| 15° »                          | 52.16 | » »            |
| 25° »                          | 66.02 | » »            |

E számok kifejezik egyszersmind azt is, hogy ennél vagy annál a hőmérsékletnél mekkora nyomás szükséges a gáz megsűrítésére. Megjegyzem azonban, hogy  $+ 30.92^{\circ} \text{ C.}$  hőmérsékleten túl, a mely hőfok a szénsav *válságos (kritikus) hőmérséklete*, bármekkora nyomás alatt sem sűrűdik meg, tehát e hőfok fölött folyós szénsav nem létezik.

A folyós szénsav a melegnek és elektromosságnak rossz vezetője. Igen kevés anyag oldódik fel benne; ilyen a phosphor, jód, naftalin, kámfor stb. A kék lakmuszt nem vörösfíti meg, a mi szintén bizonyítja, hogy nem tekinthető savnak.

Az előállításra vonatkozólag még

megjegyzem, hogy a sűrítendő gáz fejlesztésére rendkívül sok — olcsóbbnál olcsóbb — módot és anyagot ajánlottak s tényleg használnak is. Közülök csak néhányat, a fontosabbakat említem meg.

Brohlthalban, Burgbrohl mellett, régibb idők óta ismeretes egy természetes *szénsavforrás*, mely az 1884-ben végzett fúrás óta az 53 méter mély és 15 cm. átmérőjű csövön át, minden perczben 430 liter vizet és 1500 liter szénsavgázt ad, vagyis 24 óra alatt 2,160,000 litert, a mi 4320 kilogrammnak felel meg. Ez óriási mennyiségű szénsavgázból most naponként mintegy 640 kilogrammot sűrítnek folyóssá s szállítanaka sörházakba; ugyanily mennyiségű szénsavat használnak fel ólomfehér készítésére, míg a többi — tehát naponként mintegy 3000 kilogramm — veszendőbe megy.

Hasonló, de sokkal kisebb szénsavforrás van Hönningenben is, hol szintén megsűrítik — habár nem folyóssá — s a sűrített gázt az oberlahnsteini Viktória savanyúvízforráshoz szállítva természetes savanyúvíz gyártására (!) használják fel.

Érdekes a Kindler módszere, mely szerint a szénsavgázt tiszta szén s leginkább kokszt elégetéséből szerzik s különféle mosókészülékekkel megtisztítják.

Czukorgyárakban Kindler módszerét Walkhoff módosításával alkalmazzák, t. i. az égési termékeket mész-kövel telt kemenczén vezetik át. A magas hőmérsékletre hevített mész-kő szintén szénsavgázt bocsát el; az így kapott égetett meszet azután a cukor derítésére, a szénsavat pedig a telítésre használják el. Páris mellett Clichyben a Roard ólomfehér gyárában szintén mész-kemenczét használnak.

Igen elmés az Ozouf módszere is, ki a kokszból előállított tisztátlan szénsavgázt hideg szódadaltba vezeti s az így készülő nátriumhidrocarbonát oldatból, 100° C.-ra hevítés útján igen tiszta szénsavat kap; a visszaalakult

szódát pedig újra nátriumhidrocarbonát készítésére használja.

A hollandi Beins szintén nátrium- vagy kálium-bicarbonát hevítése által fejlesztett szénsavat, melyet azután fokozott nyomásnál folyóssá sűrített; de módszere nem fizette ki magát; legálább a szabadalmát nem sok ideig használta.

Mellőzve a folyós szénsav gyári előállításának apróbb részleteit, áttérek annak — főképpen ipari — alkalmazására.

A cukor és ólomfehér-gyártáson kívül, melyekről röviden már szóltam, javasolták *konzerválásra*. Így Kolbe húsnak, Lohmann pedig tojáshoz huzamosabb eltartására tett vele igen sikeres kísérleteket.

Nagy szerepet játszik a szénsav a *pezsgő italok és mesterséges ásványvizek* készítésében, mely czélokra újabban a gázalakú szénsav helyett igen jutalmasan s kényelmesen a folyósat használják. Nem lehet feladatomban itt kiterjeszkedni a használatban levő különféle módszerek s készülékek ismertetésére: mindannyi két alakra, t. i. vagy gázométerrel és nyomó készülékekkel felszerelt, vagy pedig ezek nélkül dolgozó ú. n. önfejlesztő készülékekre vezethető vissza.

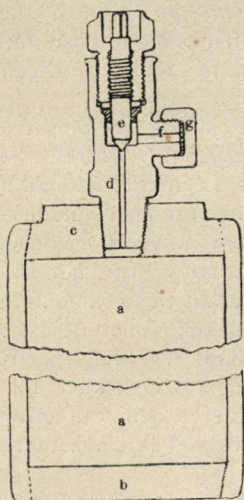
Fontos alkalmazása van a folyós szénsavnak még a sörmérésben is. Ez az eljárás naponként nagyobb tért kezd hódítani. A sör kimerése, mint tudjuk, rendszeren csak úgy történik, hogy a hordót egyszerűen csapra ütik s a sör a levegő hatásának mindaddig ki van téve, míg csak a hordó ki nem ürül. A hol igen nagy a fogyasztás, ott a levegő káros hatása nem igen tapasztalható, de az utolsó néhány pohár sör itt is elveszti kellemes üdítő ízét és hatását. Nem úgy van azonban olyan helyen, a hol a fogyasztás igen lassú; ez esetben a levegő huzamosabb időn át szabadon járhat a hordóból ki s be, minek természetes következtése az, hogy a sör csakhamar elveszti szabad szénsavtartalmát, melynek üdítő hatását s kellemes ízét



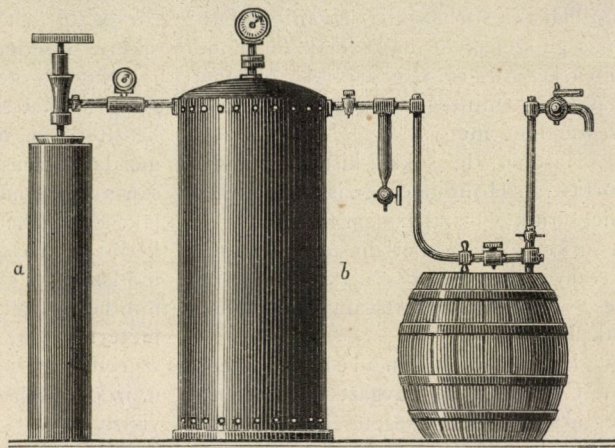
köszöni s nem ritkán kellemetlen ízű, sőt esetleg igen lanya fogyasztás mellett — ha a levegő hosszabb hatása alatt élesztőképződés indul meg benne — élvezhetetlen s egészségtelen itallá válhatik. Még inkább megesik ez akkor, ha a sörmérés légsűrítő készülékkel történik; itt a nagy nyomás alatt a sörházban levő füstös, fertőzött levegőből még nagyobb mennyiséget old fel a sör, hamarabb elveszti szénsavtartalmát s kellemes ízét undorítóval cseréli fel. Ezért Németországban már régebben is kezdtek a sörmérők a sörnek a hordó-

ból való kihajtására sűrített levegő helyett szénsavat alkalmazni; mivel azonban folyós szénsav hiányában maguk állították elő a szénsavgázt s nem ritkán arzéntartalmú sósavval: ez eljárást a rendőrség betiltotta.

Mindezen bajokon segít a folyós szénsav, a melyet Németországban ma már széltére használnak a sörházakban. Leginkább két készüléket alkalmaznak; mindkettőt csak vázlatosan fogom ismertetni. Egyik a *Raydté*. Ez (4-ik ábra) a szénsavat az *a* palaczkból *b* gáztartóba 1—2 légköri túlnyomásig bo-



3. ábra. Raydt palaczkja.



4. ábra. A folyós szénsav alkalmazása a sörmérésben.

csátja s a hordóból eme sűrített gáz segélyével történik a sör kihajtása. E módszer alkalmazásával nem szükséges a hordót a sörmérő helyiségbe szállítani; az egész készülék a pinczében helyezhető el, honnan a sör a hordóval közlekedő csövön tolatik fel a kimérésre. A cső végén megfelelő csap van alkalmazva. A másik készülék a *Luhmann-féle*, melyben a hordóba illesztett csap kettős szolgálatot teljesít; ugyanis a csap elzárásával a belsejében levő kis üreg a palaczkból folyós szénsavval telik meg, mely a csap nyitásakor s a sör kibocsátásakor a sörs hordóba

ömlik, úgy hogy minden pohár sör kibocsátásakor megfelelő mennyiségű (mintegy 2 gramm = 1 liter gáz) folyós szénsav jut a hordóba. E módszer annyiban jobb a Raydt-félenél, hogy itt a folyós szénsav gázzá alakulása, vagyis kiterjedése a hordóban történvén, oly tetemes lehűtést állít elő, hogy többnyire nyáron is fölösleges még külön jégűtés alkalmazása. A Raydté ellenben azért jobb, mert itt a szénsavpalaczkban mindig jelenlevő s a sűrítő géptől származó kevés olaj s más tisztatlanság nem juthat bele a sörbe.

Természetes, hogy az ilyen eljárás

mellett a sör az utolsó cseppig ízletes s üdítő marad s teljesen mindegy, akár egy óráig, akár egy hétig van a hordó csapra ütve. Sajnos, hogy nálunk — legalább a mennyire megtudhattam — még mindig a régi csapolást használják, sőt egy helyen, a hol a sör valóban élvezhetetlen, a légnyomó készüléket alkalmazzák. Csodálni lehet, hogy az ilyen sörnek is van fogyasztó közönsége. — Megemlítem, hogy egy sörmérő adatai szerint 8 klgrm. folyós szénsav 11 hektoliter sör kimérésére elegendő, tehát egy liter sörre alig esik egy krajczár.

K r u p p a folyós szénsavat aczéltömörítésre használja; t. i. a megolvasztott aczéla szénsavval nagy nyomást fejtet ki s e nyomás alatt hagyja az aczelat kihűlni.

Újabban R a y d t és W i t t e ajánlották a folyós szénsav alkalmazását tűzoltói célokra. Raydt módszerében a roppant feszítő erejű szénsav hajtja ki a fecskendő vizsugarát, ellenben Witte csak addig kívánja azt alkalmazni, míg a gőzfecskendőben elegendő gőz képződik.

Ajánlották továbbá a folyós szénsavat elsüllyedt hajók kiemelésére. Víz- és légzáró tagás csövek lennének reájok erősítendőek, melyek felülről palaczkokból elegendő szénsavval megtölthetők. Óriási súlyú kövek kiemelése tényleg sikerült is e módon.

Megkísérlették a folyós szénsavat motorok hajtására is alkalmazni, sőt B e i n s Hollandiában szabadalmat is vett egy ilyen szerkezetű motorra. Az efféle motoroknál a roppant feszítő erővel kiterjedő szénsavat szükséges egy hosszú kigyózó csövön átvezetni — a miközben kissé felmelegszik — hogy a nagy hőmérséklet-csökkenés miatt a motorban meg ne fagyjon, a mi a motor járását megakasztaná. A kigyózó csövet befoglaló s chlórcaesium-oldatot tartalmazó edény falaira pléhedényekben víz függeszthető fel, melynek megfagyasztásával nagy mennyiségű jeget kaphatunk melléktermékkül. A kigyózó csőből a szénsav egy tágasabb edénybe

jut, melyben szóda van; itt a folyton működő kavarázó készülék a szódával bensőbb érintkezésbe juttatja; ezzel egy része nátriumbicarbonáttá egyesül, másik része pedig az egyesüléskor képződő melegtől ismét fölmelegítve, a motorba jut, honnan az elhasznált szénsavgáz megint szódás edénybe vezetik s ott teljesen megkötetik. Az így előállított nátrium-bicarbonát azután újra használható szénsavfejlesztésre. A szénsavból tehát a végzett munka közben alig vesz el valami. Igen jó oldaluk az efféle motoroknak, hogy nem gyűjthetnek, sőt sem füstöt, sem gőzt vagy szénsavat nem bocsátanak ki, a környező levegőt nem fertőzik s így pl. bányajáratokban, közúti vasutakon stb. igen ajánlhatók.

Használható volna még a folyós szénsav pl. kormányozható léghajókra. Torpédók kilövésére tényleg használják is. Szélpuskákban stb. szintén jól alkalmazhatnák.

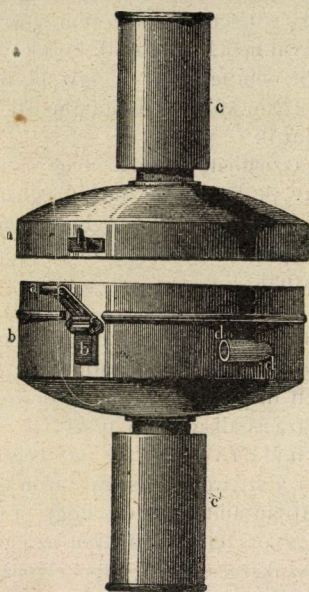
A folyós szénsavnak az a tulajdonsága, hogy a gyors elpárolgásakor előálló nagy hőmérséklet-csökkenés miatt részben meg is fagy, *hűlő keverékek* előállítására is alkalmassá teszi.

T h i l o r i e r volt az első, ki (1835) a szilárd szénsavat azon ismert elv alapján állította elő, hogy a folyadék gyors elpárolgásakor az elpárolgásra szükséges hő gyors elvonása a környezet hőmérsékletét tetemesen alább szállítja. Így fagyasztotta meg a folyós szénsavat az által, hogy gyorsan kiömlesztette. Később N a t t e r e r szerkesztett a szilárd szénsav előállítására s illetőleg felfogására egy dobozt, mely a mellékelt 5. ábrában van feltüntetve. A két félből álló dobozt összeillesztvén, a palaczkból folyós szénsavat engedünk beleömleni a d oldalnyíláson. A szénsav egy része gázzá alakulva, a doboz mindkét oldalán lévő finom nyílásokon eltávozik, más része ellenben a nagy lehűléstől megfagyasztva, szilárd, hóhoz hasonló tömeg alakjában a dobozban marad. Újabban L a n d o l t ajánlatára e végből



sokkal egyszerűbben s jobban gyapjúkelméből készített zsákat használunk, melynek száját zsinórral a palaczk kivezető nyílására szoríthatjuk. A csap kinyitásakor beömlő folyós szénsav gázzá alakult része nagy sístergés között tódul ki a szövet finom likacsain, míg a szilárd szénsav visszatartatik s a zsákból könnyen kiszedhető.

A szilárd szénsav — mint a hó — összeálló tömeggé sajtolható s nem alakul oly gyorsan gázzá, mint a folyós; mert az elpárolgásához szükséges tete-

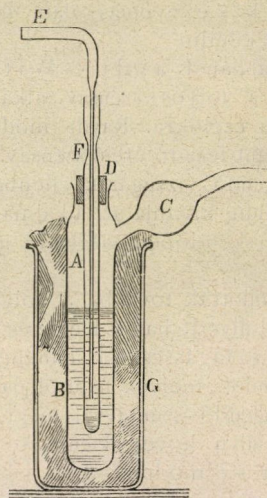


5. ábra.

mesebb mennyiségű hőt a környező rossz hővezető levegőből csak lassan veheti fel. Ha Landolt ajánlata szerint nagy nyomással erősen összesajtoljuk, krétához hasonló tömeget kapunk, mely órákig sem párolog el, kivált ha gyapot, papír vagy más rossz hővezetőbe takarjuk be. Az ilyen sajtolts szénsav fajsúlya nagyobb mint a vízé, a melyben tehát alásüljed. A szilárd szénsavba helyezett borszeszhőmérő Thilorier szerint —  $92^{\circ}$  C.-ra száll alá. Eme nagy hidegsége daczára is tenyerünkbe vehetjük, mert a folyton képződő szénsavgáz

megakadályozza a kezünkkel való közvetlen érintkezést; de ha ujjaink között erősen összeszorítjuk, égés-fájdalmat és a bőrön hólyagot idéz elő. Olvadáspontja —  $65^{\circ}$ -nál, tehát  $13.2^{\circ}$ -kal a forráspontja fölött fekszik, a mi meglehetősen abnormis egy magaviselet.

Még növeszthetjük a hőmérséklet-csökkenését, ha valamely könnyen párolgó s alacsony hőmérsékletnél sem fagyó folyadékkal keverjük; így pl. szilárd szénsav és ethyléther keveréke (az ethyléther csak —  $129^{\circ}$ -nél fagy meg) mintegy —  $80^{\circ}$ -ra hűti le környezetét; ha pedig légszivattyúval gyorsítjuk az elpárolgást, —  $110^{\circ}$  C. hőmérsékletet



6. ábra.

idézhetünk elő. Eme hűtőkeverékkel közönséges légköri nyomás mellett, könnyen folyadékká sűríthetünk, sőt meg is fagyaszthatunk olyan gázokat, a melyek ezelőtt a konyhasós vagy chlór-calciumos hűtőkeverékek alkalmazása mellett csak nagyobb nyomás alatt voltak megsűríthetők.

Így állítottam össze, Lengyel Béla tanár úr szíves utasítása szerint, efféle sűrítő készüléket (l. 6. ábra), melyben néhány percz alatt valamely nehezen sűríthető gázt pl. kénhidrogént, ammoniakot vagy éppen a szénsavgázt is igen



kényelmesen megsűrítethetjük. Az eljárás következő: a fejlődő gázt  $E$  hajszálnyi csövön  $A$  üvegcsőbe vezetjük, mely  $F$ -nél előre meg van szűkítve; az  $A$  csövet,  $D$  kaucsuk dugó révén,  $B$  tágasabb üvegcsőbe erősítjük, a melybe előzetesen a szilárd szénsav és ethyléter keverékét öntöttük; a  $C$  tekével ellátott oldalcső — melyen át az ether és szénsavgáz eltávozik — ha igen alacsony hőmérsékletet szándékozunk elérni, víz-légszivattyúval köthető össze. A netalán beálló nagyon heves forrás esetében a  $C$  teke, mint biztosító, meggátolja a keveréknek a szívó készülékbe átfutását. Tapasztalatom szerint azonban ez eset csak ritkán áll be. Végül a  $B$  edény egy tágasabb, üres  $G$  üveghengerbe jön, melynek nyílását gyapottal zárván el, a bentfoglalt rossz hővezető levegő a készüléket megóvjaa a külső melegebb levegő hullámozásától s a keveréket a kívülről hozzájutó hőtől és az ezzel együttjáró anyagveszteségtől. A sűrítéskor elővigyázóknak kell lennünk, hogy a folyóssá sűrűdött gáz meg ne fagyjon s az  $E$  gázvezető cső hajszálnyi nyílását el ne zárhassa. Elejét vehetjük ennek, ha gondoskodunk, hogy a cső vége soha se érjen a már képződött folyadékba; s ha a befagyás mégis megtörténne, elégséges egy pillanatra kiemelni a vezető csövet. Ekkor azonnal elpárolog a nyílását elzáró megfagyott cseppecske. Ha elegendő gáz sűrűdött meg, a csövet  $F$ -nél beforrasztjuk s csak miután ez a része is lehűlt, emeljük ki a hűtő keverékből. Látható ebből, hogy a készülék igen egyszerű s minthogy legfeljebb  $\frac{1}{2}$  —  $\frac{3}{4}$  óra alatt az egész kísérlet véghezvihető, előadásokon is igen czélszerűen használható.

Az ekként folyósított gázok előadásokon nemcsak bemutatásra, de különböző kísérletek megtételére is alkalmasak. Így pl. a válságos hőfoknak vagyis azon hőmérsékletnek megfigyelésére, a melyen túl a folyadék mint olyan megszűnik létezni s a melyen a csőben foglalt folyadék látszólag egészen eltűnik. E kísérlet véghezvitelekor a folyadékot

tartalmazó s állványba erősített csövet alája tartott s megfelelő hőfokú vizet (vagy más alkalmas folyadékot) tartalmazó bővebb kémcsővel melegítjük a kívánt hőfokra. Ha a kísérletet úgy rendezzük, hogy a cső képét lencse révén Drummond-fénnyel vetítjük, minden nagyobb előkészület s költség nélkül ugyanazon egy csővel pár perc alatt bármikor megejthetjük az előadási kísérletet oly kisebb tanintézeteken is, melyeken elektromos lámpa s Cailletet-féle sűrítő készülék nem is áll rendelkezésre.

Megismertetvén röviden a folyós szénsav főbb sajátosságai mellett az előállítására s alkalmazására vonatkozó lényegesebb adatokat, a még rendelkezésemre álló tért arra kívánom felhasználni, hogy a gázok sűrítéséről általában, de főképpen a régebben ú. n. permanens gázokról, úgyszintén a folyós és gázállapot között mutatkozó szoros viszonyról szólva, rövid foglatban megismertessem a tárgyunkra vonatkozó fontosabb tényeket, melyek néhány kitűnő buvár legújabb kitartó munkáságának köszönhetők.

Mint fentebb említettem, Faraday volt az első, ki a gázok sűrítésekor a hőmérséklet mellett a nyomás hatását is kellő módon érvényesítette s ez úton a szénsavon kívül a sósavat, kénhidrogént, kéndioxidot, cyánt, ammoniakot és chlórt folyós állapotban előállította. De a hidrogén, oxigén, nitrogén, nitrogénoxid, phosphorhidrogén és fluorsilícium megsűrítése ily módon nem sikerült. Később megismervén Thilorier tapasztalatát, mely szerint a szilárd szénsav és ethyléter keverékével mintegy  $-100^{\circ}\text{C}$ . hőmérsékletet lehet előidézni (1845), újra folytatta előbbi kísérleteit, melyek folyamán sikerült is ezen alacsony hőmérséklet alkalmazásával az ethylént, fluorsilíciumot, fluorbort, phosphorhidrogént, chlórhidrogént, arzénhidrogént és chlórt folyós állapotban, sőt a jóddhidrogént, brómhidrogént, szénsavat, kénhidrogént, kéndioxidot, ammoniakot, cyánt és nitrogénoxidult

nemcsak mint folyadékokat, de mint szilárd testeket is előállítani. Azonban a hidrogén, oxigén, nitrogén, nitrogén-oxid, szénmonoxid és világító gáz folyadékká sűrítése ez úton sem sikerült.

Hasonlóan eredménytelenek maradtak a Natterer kísérletei is, ki e gázokat 2 – 3000 légköri óriási nyomásnak vetette alá.

Reménytelennek látszott tehát a törekvés, mely arra irányult, hogy a gázok megsűrítésének lehetőségét általános érvényű szabállyá emelje.

S hogy ez mégis sikerült, azt első sorban a kitűnő angol buvár, Andrews kísérleteinek s megfigyeléseinek köszönjük. Az ő tapasztalata szerint ugyanis arra, hogy valamely gáznemű test mint folyadék létezhesék, okvetetlenül szükséges bizonyos nyomás és bizonyos hőmérsékleti minimum megléte. Ugyanis, ha valamely gázra, *állandó hőmérséklet* mellett, fokozatosan nagyobb nyomást fejtünk ki, ekkor vagy az az eset áll elő, hogy a gáz a térfogatát a nyomással arányosan kisebbiti a Boyle törvénye értelmében, míg végre a nyomás fokozása alig idéz elő térfogat-csökkenést s ekkor a test az erős nyomás alatt levő gáz tulajdonságaival bír; vagy pedig az történik, hogy a gáz nem a Boyle-törvény értelmében viseli magát, hanem térfogatát sokkal nagyobb mértékben csökkenti, míg a nyomás bizonyos nagysága mellett egy része folyadékká kezd sűrűdni. Ilyenkor a nyomás mindaddig nem növeszthető, míg csak az egész mennyiség folyadékká nem sűrűdik; ez esetben tehát a gáz halmazállapotát folyóssá változtatja. Megfordítva, ha az állandó hőmérséklet s erős nyomás alatt levő folyadékokra ható nyomást lassanként csökkentjük, úgy eleinte a folyadék térfogata csekély mértékben növekszik, később egy része gázzá kezd alakulni, s míg az összes mennyiség ily értelemben meg nem változott, nem idézhetünk elő nyomás-kisebbedést. Végre gázzá alakulván az egész, a további nyomás-kisebbedéskor a gáz térfogata a Boyle-törvény értelmében nagyobbodik.

Éme kísérleti tényekből tehát kitűnik, hogy valamely folyadék csak bizonyos nyomási minimum mellett létezhetik. E minimum nem más, mint a folyadék gőzének *feszítő ereje* az illető hőmérsékletnél; t. i. ez a nyomás az, melynél a folyadék és gáz (vagy gőz) egyidejűleg s egymás mellett létezhetnek. Természetes, hogy eme nyomási minimum (feszítő erő) értéke minden egyes esetben az illető test természetétől és a hőmérséklettől függ.

A folyadék létezése egy bizonyos hőmérsékleti minimumhoz is van kötve. Valamely gáz t. i. a reá feszülő nyomás alatt vagy folyóssá sűrűdik vagy gáz marad a hőmérséklet alacsonyabb vagy magasabb foka szerint.

Azt a hőmérsékleti minimumot, melynél valamely test még gázállapotban létezhetik, a melyen felül tehát bármekkora nyomás által sem sűrithető folyadékká: Andrews *válságos (kritikus) hőmérséklet*-nek nevezte el. Minthogy pedig a hőmérsékleten a folyadék a nyomástól függetlenül megy át a gázállapotba: ezért *Mendelejev* ugyanazt az *abszolút forrási hőmérséklet* elnevezéssel jelölte.

A mondottakból már önként következik, hogy *válságos (kritikus) nyomáson* azt a nyomásmaximumot értjük, melynél a test a kritikus hőmérséklet alatt még gázállapotban létezhetik; tehát ennél nagyobb nyomás alatt a gáz már folyadékká alakul. Magától érthető, hogy úgy a kritikus hőmérséklet, mint a kritikus nyomás a különböző folyadékokra (gázokra) nézve különböző, de ugyanazon testre nézve állandó.

A kritikus állapotnak imént adott meghatározása azonnal megvilágosítja azt a kérdést, miért nem sikerült Natterernek s más tudósoknak több ezer légköri nyomás mellett sem az ú. n. permanens gázok megsűrítése. Andrews nagyérdemű felfedezése megjelölte az utat, a melyen haladva, az összes gázok folyós állapotba átvitele sikerülhet. Az első feladat az volt, oly körülményeket létesíteni, melyek közt a gázokat kritikus hőmérsékletük alá lehessen hűteni.

Ezt az 1877-ik év december havában egyidejűleg, de különböző úton két jeles tudós, t. i. Caillietet Párizsban, s Pictet Genfben érte el. Nevezett buvárok kísérleteikben a következően jártak el. Caillietet pár száz légköri nyomásig dolgozó nyomattyúval szűk átmérőjű, erős üvegcsőben 2—300 légköri nyomásra szorította össze az illető gázt. Még ilyen nyomásoknál sem lévén észlelhető a megsűrűedés, a kellő alacsony hőmérsékletet úgy idézte elő, hogy a nyomást egy pillanat alatt a közönséges légköri nyomásra csökkentette. A gáz gyors kiterjedése nagy mennyiségű meleget használván el, ennek megfelelőleg oly hőmérséklet-csökkenés állott elő, melynél a gáz egy részefolyóssá sűrűdött, a mi a cső belsejében látható pillanatnyi forráson (t. i. a folyadék a csekély nyomás alatt hevesen átalakul ismét gázzá) vált észlelhetővé.

Pictet sokkal nagyobb méretekben végezte kísérletét. Ő ugyanis egy 15 lőerejű géppel folyós kéndioxidnak üres térben való elpárologtatásával a folyós szénsavat — 70° C.-ra hűtötte le s ezt ismét hasonló módon elpárologtatva — 140° hőmérsékletet idézett elő. Ilyen alacsony hőfokra hűtötte le a csőalakú vertvas-edényt, mely a zárt vertvas-lombikban saját nyomása mellett fejlesztett s mintegy 320 légköri nyomás alatt álló oxigént magában foglalta. A nyomást a csap megnyitásával szüntette meg s a gáz egy része folyadékká sűrűdött.

Hasonló elv alapján sikerült e tudósoknak később a nitrogént, levegőt, methant s több gázt megsűríteni. Sőt alkalmas eljárás útján csekély mennyiségű hidrogént is sikerült előállítaniok folyadék, sőt köd (tehát valószínűleg szilárd test) alakjában.

Később más buvárok is felvették ez irányban a kísérletezés fonalát, kik között mint legnevezetesebbeket csak Wroblewsky-t és Olszewsky-t kívánom e helyen megemlíteni. Ez utóbbiaknak sikerült már e gázokat s főleg

az oxigént és nitrogént mint színtelen folyadékokat oly mennyiségekben előállítani, hogy lehetővé vált eme testeket bizonyos tekintetben vizsgálat tárgyává tenni s különböző sajátságaikat, mint pl. a fajsúlyt, fagyási, olvadási és forrási hőmérsékleteket, a feszítő erőt, sőt kritikus pontjaikat is aránylag nagy pontossággal meghatározni.

Az eljárás lényege abban áll, hogy folyós ethylént — mely nagy mennyiségben állítható elő — üres térben gyorsan elpárologtatván — 150° C. hőmérsékletet idéznek elő s így aránylag nem magas nyomással sikerül jelentékeny mennyiségű oxigént folyadékká sűríteni (az oxigén kritikus hőmérséklete = — 118° C.). Most ez oxigént üres térben elpárologtatván, mintegy — 200—210° C. hőmérsékletet idéznek elő, s így a nitrogént, levegőt stb. gázokat könnyen folyadékká sűrítetik. Egyébiránt az ethylén elpárologtatásával előidézett — 150° alacsony hőmérsékleten, az egyetlen hidrogén kivételével, minden gáznemű test megsűríthető aránylag nem nagy (20—30 légköri) nyomással.

A mi a hidrogént illeti, azt az eddig előidézett s (Olszewsky-től) megmért legalacsonyabb hőmérsékleten, t. i. az üres térben (pontosabban 4 mm. higanyoszlopnak megfelelő nyomásnál) elpárologtatott nitrogénnel előidézett — 225° C. hőmérsékleten sem sikerült folyós állapotban előállítani, jeléül annak, hogy a hidrogén kritikus hőmérséklete még ezen az alacsony határon is alól fekszik. Sikerült azonban — kivált Wroblewsky-nek — a megsűrítést bár csekély mennyiségekben legczélyszerűbben akként végezni, hogy folyós nitrogént üres térben elpárologtatott s így 180—190 légköri nyomás alatt lévő hidrogéngázt mintegy — 200°-ra hűtött le. Most a nyomást gyorsan 1 légkőre csökkentvén, a cső belsejében mutatkozó pillanatnyi forrás és ködképződés a hidrogén megsűrűdését bizonyította. Az egyetlen hidrogén kivételével tehát — sőt bizonyos fokig ezt is — lehetséges az összes gázokat folyós, sőt szilárd

## I.

|                    | Fagyáspont   | Olvasáspont | Forráspont<br>1 légk.<br>nyomásnál | Kritikus<br>hőmérsék | Kritikus<br>nyomás | Fajsúly          |
|--------------------|--------------|-------------|------------------------------------|----------------------|--------------------|------------------|
| Kéndioxid ....     | — 76·11° C.  | —           | — 10°                              | + 156°               | —                  | 0°-nál 1·4338    |
| Szendioxid ....    | —            | — 65°       | — 78·2°                            | + 30·92              | —                  | » 0·947          |
| Ammoniak ....      | —            | — 75°       | — 33·7°                            | —                    | —                  | — 17·8°-nál 0·76 |
| Antimónhidrogén    | —            | — 91·5°     | magasabb hőmérséken felbomlik      |                      |                    | —                |
| Arzénhidrogén...   | — 118·9°     | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Phosphorhidrogén   | — 133·5°     | — 132·5°    | — 85°                              | —                    | —                  | —                |
| Kénhidrogén ....   | — 85·5°      | —           | — 61·8°                            | —                    | —                  | 0·9              |
| Chlór ....         | — 102°       | —           | — 40°                              | —                    | —                  | —                |
| Fluórsilícium .... | — 102°       | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Fluórhidrogén .... | — 102·5°     | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Chlórhidrogén .... | — 115·7°     | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Nitrogénoxid ....  | — 162·0°     | —           | —                                  | — 93·5°              | —                  | —                |
| Ethylén.....       | —            | — 169°      | — 102°                             | —                    | —                  | —                |
| Methan.....        | — 185·8°     | —           | — 155—160°                         | — 81·8°              | 56·8               | —                |
| Oxigén .....       | —            | —           | — 181·5°                           | — 118°               | —                  | — 118°-nál 0·6   |
| Ozon .....         | nem sikerült | —           | — 106° körül                       | —                    | —                  | —                |
| Szénmonoxid ....   | — 207°       | —           | — 193°                             | —                    | —                  | —                |
| Levegő.....        | —            | —           | — 192°                             | — 140·8—143°         | 37·6—41·3          | — 146°-nál 0·59  |
| Nitrogén .....     | — 214°       | —           | — 193°                             | — 146·6°             | 38·45              | » 0·4552         |
| Hidrogén ....      | —            | —           | —                                  | — 225° alatt         | —                  | —                |
| Szénsulfid ....    | — 116°       | — 110°      | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Ethyléter ....     | — 129°       | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Ethylalkohol ....  | — 130·5°     | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |
| Amylalkohol ....   | — 134°       | —           | —                                  | —                    | —                  | —                |

## II.

| Ethylén        |             | Methan                |            | Nitrogénoxid   |             |
|----------------|-------------|-----------------------|------------|----------------|-------------|
| P.             | T.          | P.                    | T.         | P.             | T.          |
| 750 mm. higany | — 103° C.   | 56·8 légk. ny.        | — 73·5° C. | 71·2 légk. ny. | — 93·5° C.  |
| 546 »          | 105         | 52·5 »                | 75·9       | 51·8 »         | 97·5        |
| 441 »          | 108         | 24·9 »                | 98·2       | 41·0 »         | 105         |
| 346 »          | 111         | 16·4 »                | 113·4      | 31·6 »         | 110         |
| 246 »          | 115·5       | 6·7 »                 | 130·9      | 20·0 »         | 119         |
| 146 »          | 122         | 2·24 »                | 153·8      | 10·6 »         | 129         |
| 107 »          | 126         | 1·0 »                 | 164·0°     | 5·4 »          | 138         |
| 72 »           | 129·7       | 5 mm. higany — 201·5° |            | 1·0 »          | 153·6       |
| 56 »           | 132         | Szénmonoxid           |            | 138 mm. higany | 167         |
| 31 »           | 139         | P.                    | T.         | 18 »           | — 176·5° C. |
| 12 »           | 148         | 735 mm. higany        | — 190° C.  |                |             |
| 9·8 »          | — 150·4°    | 160 »                 | 197·5      |                |             |
|                |             | 100 »                 | 198·8      |                |             |
|                |             | 40 »                  | 201·6      |                |             |
|                |             | 4 »                   | — 220·5°   |                |             |
| Oxigén         |             | Nitrogén              |            | Levegő         |             |
| P.             | T.          | P.                    | T.         | P.             | T.          |
| 740 mm. higany | — 181·5° C. | 740 mm. higany        | — 193° C.  | 39 légköri ny. | — 140° C.   |
| 160 »          | 190         | 120 »                 | 201        | 33·0 »         | 142         |
| 100 »          | 190·5       | 100 »                 | 201·25     | 27·5 »         | 146         |
| 90 »           | 190·8       | 80 »                  | 201·7      | 20·0 »         | 152         |
| 80 »           | 192·0       | 70 »                  | 202·5      | 14·0 »         | 158·5       |
| 71 »           | 192·7       | 60 »                  | 204·0      | 12·5 »         | 160·5       |
| 60 »           | 194·4       | 42 »                  | 206·0      | 6·8 »          | 169         |
| 50 »           | 196·2       | 4 »                   | — 225° C.  | 4·0 »          | 176         |
| 40 »           | 197·7       |                       |            | 1·0 »          | 191·4       |
| 30 »           | 198·7       |                       |            | vacuum         | — 205° C.   |
| 20 »           | 200·4       |                       |            |                |             |
| 9 »            | — 211·5° C. |                       |            |                |             |

állapotban (hó vagy jéghez hasonló tömeg alakjában) is előállítani.

Tájékoztató és összehasonlítás végett a megelőző I. táblázatban összeállítottam a fontosabb megsűrített gázok elegendő biztonsággal meghatározott állandóit s néhány nehezen fagyasztható folyadék fagyási hőmérsékletét. A II. táblázatban pedig néhány folyadékká sűrített gáz feszítő ereje van feltüntetve, hol is  $P$  a nyomást,  $T$  a megfelelő hőmérsékletet jelöli.

Meg kell azonban jegyezni, hogy ezek az adatok nem teljesen megbízhatók, de tájékoztatóul mégis használhatók. A különös nehézséget s a legtöbb hibát a rendkívül alacsony hőfokok mérése okozza, melyre nézve megjegyzem, hogy mintegy — 190 fokig főleg hidrogén-hőmérőt, ezen alól pedig thermo-oszlopot használnak.

S most, igyekeztén lehető röviden megismertetni a gázok sűrítésére vonatkozó főbb tapasztalati adatokat, még pár szóval arról a kérdéssel kívánok megemlékezni, a mit e sorok elején vetettem fel t. i. a gáz és folyós állapot között mutatkozó összefüggésről.

Ha valamely folyadékot *állandó nyomás* mellett fokozatosan magasabb hőmérsékletre hevítünk, két eset állhat elő. Ugyanis ha az állandó nyomás a kritikus nyomásnál kisebb, a folyadék a hőmérséklet bizonyos értéke mellett gyors térfogat-nagyobbodás kíséretében gázzá alakul át. Ellenben ha a *kritikusnál nagyobb nyomás mellett* történik a hevítés, ez esetben a folyadék az egész kísérlet közben nem fog különválni folyadékra és gázra, hanem *minden rohamos térfogat-nagyobbodás vagy más felülről való változás nélkül fokozatosan megy át a gázállapotba*. A hőmérséklet fokozatos alábbszállításkor hasonló értelemben történik az átmenet a gázállapotból a folyósba, s még a kritikus ponton sem történik feltűnőbben észlelhető változás.

E szerint tehát a kritikusnál nagyobb nyomások mellett a folyadék és gáz-állapot között átmeneti folytonosság mutatkozik. S hogy itt tényleg halmaz-állapotváltozás megy végbe, arról egyszerű kísérletek útján meggyőződhetünk. Ugyanis a kritikus hőmérséklet felett csökkentvén a nyomást, a cső kinyitáskor gázt kapunk; ha pedig a kritikus hőmérséklet alatt szállítjuk alá a nyomást, folyadékot kapunk, mely bizonyos nyomás mellett forr s lassanként gázzá alakul.

Kiténik az elmondottakból, hogy a folyós és gázállapot között nincs valami ellentét féle, sőt annyira szoros a köztük között az összefüggés, hogy csak a kritikus hőmérséklet alatt vagyunk képesek a két-féle halmazállapotot egymástól megkülönböztetni, ellenben a *kritikus hőmérséklet felett folyadék és gáz között különbség nincs*.

Hogy mi okozza az összefüggést és folytonosságot, s hogy általában ennek értelmezésére vannak-e valami-féle támaszpontjaink s ha igen, melyek azok, erre ez alkalommal nem terjeszkedem ki.

Czélom csak az volt, hogy összefoglaljam e tárgyra vonatkozólag azon adatok fontosabbjait, melyek a tudományt az utóbbi években gazdagították, s feltüntessem a haladást, melynek alapján remélnünk lehet és szabad, hogy a természetnek sok oly titka, melynek ismeretét időnként talán szinte lehetetlennek s reménytelennek véljük is: nem áll ellen az emberi szellem hatalmas erejének. A helyesen feltett kérdésre megadja a feleletet s e válasz minden esetben csak újabb bizonyítéka azon tökéletes okszerűségnek, mely a mindenségben mindenütt jelenkezik, s a buvárt nemcsak végtelen gyönyörrel tölti el, hanem egyszersmind újabb kutatásokra is buzdítja.

GYÖRV ISTVÁN.

# TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

## I. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

### 9.

#### A fizikai kutatás mai iránya.

Ha a fizikai tudomány szakok fejlődés menetét történelmi egymásutánjában pillantjuk át, legott észrevesszük, hogy minden kornak megvoltak a maga kedvelt problémái, melyek nem csak fajukra és számukra nézve, de még tárgyalásuk módját illetően is olyanra különböznek egymástól, hogy teljes joggal el lehet mondani, hogy a tudományos kutatás dolgában minden időnek megvolt a maga sajátos buvárlati stílusa.

Az egyes időszakok tudományos stílusa egyfelől a problémák nemének megválasztásában, másfelől a tárgyalás mikéntjében érvényesül. A XVII. század első felében a fizika terén a mechanikai kérdések az uralkodók; a század vége felé a hőtan kérdések nagy dandárja csatlakozik hozzájuk; a XVIII. századot ellenben a statikai elektromossággal való részletes foglalkozás jellemzi. A múlt század utolsó évtizedeire a kémiai mai épületének alaplétele a galvanosság fölfedezése s a bolyegyet. Igaz, hogy a közben és ezek mellett más problémák tárgyalása is előre halad. A század fordulóján is a kémiai és galvanossági buvárlatok kötik le a fizikusok figyelmét. De a tárgyalás módja is különböző, nemcsak a buvárlat útjára, a módszerre és a használt eszközökre, hanem még a kiindulás elveire vonatkozólag is. Ami a módszert illeti, az csak kis részben függ az egyes buvárok egyéniségétől, s legnagyobb részt magán viseli a korszak gondolkodásmódjának s összes fejlettségének világos bélyegét.

Most már innen-onnan negyven éve, hogy az erély megmaradásának törvénye, vagy a mint eleinte mondták, »az erő megmaradása« a fizikusokat kiváltképpen foglalkoztatja. Egy tösgyökeres mechanikai törvény, mely otthon a maga hazájában csak bizonyos megszabott körülmények között érvényesülhet, a fizika terén annyira vitte, hogy itt a központi hatalmat mindenütt magához ragadta s az összes jelenségi világtól legfőbb elvként uraltatja magát. Valamint a múlt század második felében a matematikai hajlamú természetbuvárok leginkább azzal foglalkoztak, hogy a newtoni nehézkedés mechanikájából folyó eredményeket vonogassák le s e törvény mintáját más jelenségi körökre is, nevezetesen az elektromosságra s mágnességre is kiterjeszték, úgy most az energetika, vagyis ama különféle formák egyértékű átalakulásainak tana, melyekben a jelenségi világ hatószerei,

látszólag mind meg annyi más és más energiák előfordulnak, ismételjük, az energetika az, mely az elméleti fizikai szemlékezés középpontját elfoglalja.

Eme törekvéseknek igen sokat köszönhetünk. A téres-tágas jelenségvilág minden zugába befészkelte magát ez az elv s a különböző körökbe tartozó jelenségek közti kapcsolat élén, mint fő szabály foglal helyet. Az idevágó legelső vizsgálatok egyike volt az, a mely a galvánáram kémiai és hőbeli hatásai közti kapcsolatra vonatkozott; ezt követte a hő mechanikai értékének az angol Joule klasszikus kísérleteivel véghez vitt meghatározása. Alig egy pár évtized alatt az erély változatlan-ságának törvényét a fizika minden részében érvényre juttatták. Így sikerült pl. Kirchhoffnak, a hő és munka egyértékűségének elvéből az ő híres törvényének levezetése, a mely egyenlő hőmérséklet mellett az emissió és absorpció között minden testre nézve állandó viszonyt állapít meg s véghetetlen fontos következményeképpen a szinképelemzés kitalálására vezetett. Az erély tanának elveit az optika minden részében alkalmazták s az elektromosság és mágnesség elméletét is ezen a mechanikai elmélet révén fűzték szorosabban a régibb fizikához. A fizika fejlődéstörténetében szerfölött érdekes látni, miként asszimilálódnak apránként eme tudomány ismeretkörei a köztük legrégibb tudományágba, a mechanikába. A folyadéknyomás és a légnyomás jelenségeire nézve, ez az asszimiláció csak mintegy kétszáz éve, hogy megindult; a hangtant, a benne uralkodó mozgásvizonyok miatt, csakis az újabb időben kezdték e szempontból tárgyalni; a fénytant Newton és Huygens elméletei léptették az addigi, inkább csak phoronomiai állásponttól az igazi mechanikai stádiumba, és csakis a jelen század dinamikai vizsgálódásai bővítették és egészítették ki ezt is. A mágnesség és elektromosság tanában a fejlődés mechanikai fázisa voltaképpen csak akkor indult meg, midőn Coulomb, a francia fizikus, a ható ágensnek mennyisége, távol-sága és poláros ereje közti kapcsolatot tisztába hozta. Mikor már a mechanikai elmélet számára az út mindenütt egyengetve volt, akkor villant fel egyszerre a bizonytalan félhomályban az erély megmaradásának elve. Idő telt el, míg a valódi fizikusok, kik akkoriban minden figyelmüket a fény és különösen az elektromosság tanának fejlesztésére fordították, az új elvbe bele bírtak melegedni s annak messzevágó nagy fontosságát teljesen felfogták.



Egy merész hipotézis a gázok molekuláris szerkezetéről a melegség mechanikai elméletévé fejlődött ki. Mai napság már valamennyi fizikai jelenségi kör meghódolt az általános elvnek s ép most foly javában a munka, hogy a kémiai átalakulások jelenségi körét is beléillesszék. E mellett a kísérleti kutatás terén is serényen megy a munka, noha itt is egyes kérdések iránt némi előszeretettel. Még ha egy kisebb körű időszak, pl. a lefolyt év kísérleti munkásságán pillantunk végig is, nyomomban észrevesszük, hogy ma is csak egy-két ágat művelnek legkiválóbban, míg több más ág jóformán csak tesped. A tevékenység ez idő szerint legélénkebb az elektromosság terén, és csakugyan ez is az a tér, hol a kutatásnak legjutalmazóbb ereire legkönnyebben bukkanhatnak, s a hol egyelőre még a legtöbb tenni való is kínálkozik. Ama bámulatos erőnyilvánulások, a melyek bármi keskeny pályán óriási sebességgel terjedhetnek tova, s a melyek az erélynek bármely alakját könnyen magukra ölthetik, hogy kívánságunk szerint rendelkezünk velök, már egy század óta a legelevenebben foglalkoztatják a fizikai buvárokat. Az elektromosság és mágnesség közti kapcsolat sok új és nagyterjedelmű jelenségcsoport fölfedezésére vezetett; ilyenek: a galvanáramok hatása egymásra s a mágnesekre; az indukció zárt vezetőkben; a fényjelenségek és elektromos jelenségek közti összefüggés, a mellyel Faraday (»az experimentátorok fejedelme«) ragyogó fölfedezésekben gazdag pályáját oly dicsően rekesztette be.

Sok történik a fizika terén egy év alatt is; és mégis, ha egy-egy év termésén végigtekintünk, be kell vallanunk, hogy a sok munkás daczára, ismereteink csak lasscskán haladnak előre. Különösen áll ez a tudomány alapelveiről. Hány gondolkodó agynak kell az ilyen elvet meghányi-vetni, míg végre szabatos alakot ölt s a természeti folyamatok kisebb vagy nagyobb osztályára alkalmas kifejezővé válik.

A fizika mai irányának általános jellemvonása a törekvés, a természeti jelenségeket mozgási jelenségekre vezetni vissza. Míg a megelőző századok fizikája beérte azzal, hogy különféle fluidumokat vett föl, melyek jelenlétéből a testek különféle tulajdonságait magyarázgatta, az alatt most minden minőleges különbséget kisebb-nagyobb szerencsével mechanikai folyamatokra akarnak visszavezetni, mi közben az erély megmaradásának, vagyis az egymással átalakult erély-nyilvánulások egyértékűségének törvényét főfő zsinórmértékül veszik. Való igaz, hogy ezzel a nehézség csak el van odává s a jelenségek általános substratumára, az anyag kérdésére van egyszerűen áthárítva, úgy hogy a sok homályosság és a sok ellenmondás itt gyülemlik azután igazán össze.

Az anyag lényegéről alkotott képzeleink tökéletlensége főleg abban a tényben gyökerezik, hogy a mi érzéki benyomásaink csupán csak jelképei a tényleges természeti változásoknak, s korántsem egyeznek meg magukkal a jelenségek elemeivel. Az anyag szerkezetéhez érzékeinkkel nem is férhetünk hozzá, mert az észrevehetőség határain messze túl fekszik az. Ennek következtében a hëzagot, mely itt támad, csak valami kikoholt hipotézissel lehet betölteni; ez pedig, minthogy csupán fantáziánk szüleménye, egyáltalában nem vethető tudományos ellenőrzés alá. Az eddig felmerült elméletek között legszerencsésebb az atóm-elmélet, Abdera lángeszű bölcsének, Demokritosnak eszméje, a mely a jelenségekről szerzett tapasztalatainkhoz eddigelé legjobban hozzá bír simulni. Az egyszerű atóm-elmélet azonban nem elegendő az anyag különféle erély-nyilvánulásainak megmagyarázására: Pótlékul a fény-éter elméletét csatolták hozzá, még pedig olyformán, hogy az éthert veszik a tér betöltőjéül, tehát hogy ez tölti be az egész teret, kivéve a mintegy beléágyazva képzelt testatómok helyét. E feltevés az anyag szerkezetének magyarázatát megfosztotta addigi egyszerűségétől s az erőltettség bélyegét sütötte rá. És ez még nem is a legsarkalatosabb baja az elméletnek; még mélyebben fekszik az. A természetben végbemenő változásokról ugyanis csak úgy alkothatunk magunknak fogalmat, ha az érzéki benyomások alapján szerzett képzeleteinket átruházzuk az érzéki-  
leg semmikép sem észlelhető anyagelemekre, úgy hogy ilyenformán szükségkép ellenmondásokba kell bonyolódunk. A testatómokat vonzó és taszító erőkkel, áthatatlansággal, rugalmassággal sat. kell felruházunk, tehát olyan tulajdonságokkal, melyek a terület teljesen betöltő és oszthatatlan atómok lényegével ellenkeznek. Az egyszerű atóm-elméletnek az atómközi éther felvételével való bővítése csak afféle béna hipotézis, mely a nehézségeket csupán látszólag csökkenti, minthogy újabb fogalmi nehézségeket von maga után.

Mikor Newton a tömegvonzás általános törvényét felállította, nem kerülte el e nagy gondolkodó figyelmét, hogy a távolságra való hatás ellen, az elképzelhetőség szempontjából, nagyon súlyos kifogásokat lehet tenni. Tiltakozik is az ellen, mintha ő azt állítaná, hogy a vonzás valóban közvetlen módon jönne létre; csak annyit akar mondani, hogy a hatás nagyságát ez a törvény fejezi ki, de hogy a hatás miként jó létre, arra nézve a hipotézis-koholástól mindenképen tartózkodik. Tény, hogy itt fel fogásunkban érezhető hëzag van; iparkodtak is azt valami módon betölteni, és pedig annyival inkább, mert az elektromos és a mágnesi vonzás vagy taszítás mérésében

ugyanaz a nehézség merül fel ismét. De mintha épen erről az oldalról derülne némi új fény e feladatra, az ú. n. *közbenső réteg* figyelembevételével. A kérdés most t. i. úgy áll, vajjon az a hatás, melynél fogva két tömeg, — akár nehezek, akár elektromosak vagy mágnesesek legyenek is — a kölcsönös távolságot nagyobbítani vagy csökkenteni törekszik, vajjon ez a hatás minden közbenjáró nélkül terjed-e át a téren, vagy pedig épen abban a közbenső állományban kell-e talán a hatás székhelyét keresnünk?

Egy további e fajta feladat az elektromos feszültség, a galvános áramlás, a fény és elektromosság közti rokonság kérdése.

De nincs szándékunkban, a fizikai problémák teljes lajstromát összeállítani. Megelégszünk azzal, hogy a legfontosabbak közül néhányra rámutattunk s velők és bennök a fizika mai irányát némiképen megvilágosítottuk. HELLER ÁGOST.

## 10.

**Fizikai készülékek.** A mágnes és elektromosság tanításában a nemzetközi mértérendszer megismertetését, az elektromosság gyakorlati alkalmazásának rohamos terjedése miatt immár mellőzhetőnek nem tartván, néhány előadási készüléket állítottam össze a végből, hogy az említett mértékeket, az erély megmaradása elvének alapján, az abszolút mértérendszer alapegységeiből, kísérleti úton le származtathassam. És minthogy ez által az elektromosság tanításában nagy könnyebbséget és a vizsgálatokon is elismert, jó sikert tapasztaltam: azt hiszem, némi szolgálatot teszek középiskolai tanügyünknek eme készülékek közül a lényegesebbek közlésével.

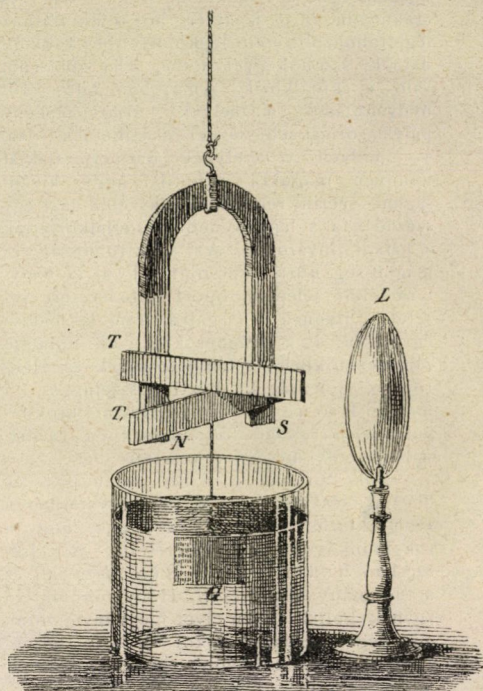
1. *Atűkör-magnetométer.* (I. ábra.) Selyem szálon függő, gliczerinnel (G) csillapított mágneshez (N S) két tükör (T és T) van erősítve, melyek egymással  $45^\circ$  szöget zárnak be. A tükrök előtt áll egy körülbelül  $1-1\frac{1}{2}$  méter gyújtó-távólú gyújtó lencse (L). Az előtérben, a gyújtóponthoz közel, van egy kis petróleumlámpa, mellette pedig homályos üvegre festett rövid skála. A készülék hátterében pedig kelet-nyugat irányban egy lépték van megerősítve a végből, hogy azon a megmérendő mágnespálcza, vagy elektromos áramkör könnyen ide-oda toltatható legyen. A lépték beosztásában egységül azon távolság van felvéve, melyben az abszolút egységül fölvetett mágnes az iránytűt  $45^\circ$ -ra téríti el. E távolság nálunk Kecskeméten állandóan  $2.1$  cm. lehet, mint-hogy a földmágnes vízszintes komponensének változása annyira kicsiny, — alig egy ezredrész — hogy ez a változás az iskolai kísérletezésben bátran figyelmen kívül hagyható.

Használat alkalmával a megmérendő

mágnes, vagy elektromos áramkörnek az iránytűtől mért távolságát a léptéken addig változtatjuk, hogy azon skálárészre, melyre a kísérlet előtt az egyik tükörtől visszavetett kép esett, a másik tükörtől visszavetett kép essék. A készülék a mellett, hogy a beállítása igen nagy pontossággal teljesíthető: — mert egy skála résznek  $\frac{1}{100}$  részeig, tehát 3 tizedesig beállítható, — még azon okból is fölülmúlja a busszolt, hogy használatát egész hallgatóság láthatja.

Használható e készülék a következő kísérletekre:

1. A földmágnesség vízszintes komponensének meghatározására.



I. ábra.

2. A mágnesség távolhatása törvényeinek megállapítására.

3. A mágnes lehajlásának megmérése.

4. Elektromos áramok mágnesi távolhatása törvényeinek megállapítására.

5. Az abszolút és a gyakorlati áramegység meghatározására.

Például egy áramkör, melynek tekervényei  $2500 \text{ cm}^2$  területet zárnak be, 7 skála résznyire, vagyis  $14.7 \text{ cm}$ -re volt a mágnesű középpontjától. E szerint a mágnesi nyomatéka  $7^3 = 343$ -szor akkora, mint az abszolút egységül felvett mágnesé, innen az áram intenzitása kijő, ha mágnesi nyoma-

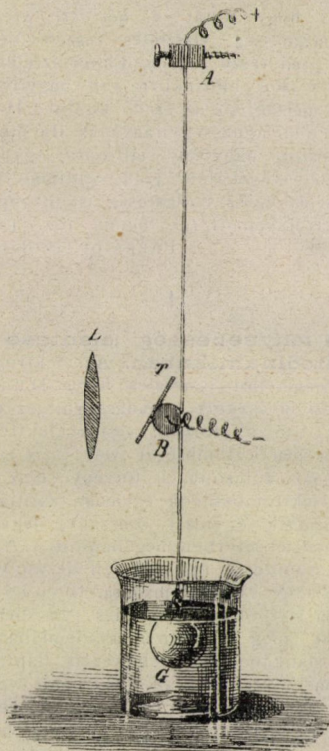


tékát osztjuk a tekervényektől bezárt területtel.

$i=M:T=343:2500=0.1372$  abs. egy-  
ségekben, vagyis 1.372 Ampère.

II. Az elektro-thermóméter. A nemzet-  
közi minta-mértékek között legfontosabb az  
ellenállás mértékegysége: az Ohm. Ennek  
leszarmaztatása végett szerkesztettem az  
elektro-thermómétert, (2. ábra.)

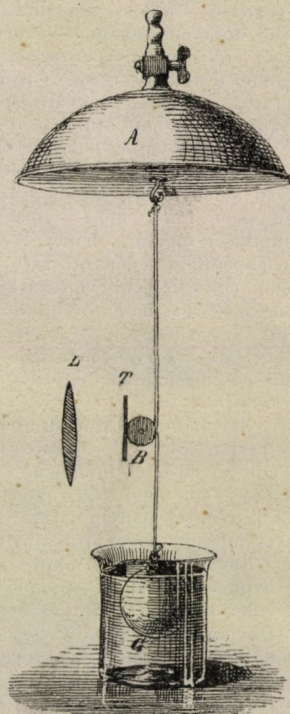
Körülbelül 120 cm. hosszú sárga réz-  
drót (A G) felső végét befoglaltam (A)  
csavarfogóba, mely 2 m. magasan a falba  
van erősítve. Ugyanezen csavarfogó 6 elem-



2. ábra.

ből álló Bunsen-féle galvánteleg egyik  
sarkával szintén összeköttetésben van. A  
drót másik vége 560 grm. súlyos órákörté-  
hez van kötve, mely glicerínbe mártva, a  
drót hosszúságának hullámszerű változásait  
csillapítja. A drót, felső megerősítéspont-  
jától épen egy méternyire, egy emeltyűhöz  
(B) van kötve; ennek tengelyétől  $3\frac{1}{2}$  mm.-  
nyire ugyanezen emeltyűhöz van erősítve  
egy plán-parallel tükör (T). A tükör előtt  
áll egy 133 cm. gyújtó távolú gyújtó lencse  
(L). A készülék előterében a lencse gyújtó  
pontjához közel, függőlegesen áll egy ho-  
mályos üvegre festett skála; erre veti a

tükör és lencse a szintén közel álló petró-  
leumláng előtt kifeszített vízszintes sötét  
fonál képét, s ezen látható a drót hossza-  
ságának legcsekélyebb változása, legalább  
is ézerszeresen nagyítva. A tükör tengelye  
és a Bunsen-féle teleg másik sarka közé  
egy másodperc inga van csatolva olyan  
berendezéssel, hogy minden másodperc  
alatt  $\frac{1}{10}$ , vagy  $\frac{1}{100}$  mpnyi összeköttetést  
hozhat létre a galván-teleg külső vezetői-  
nek láncolatában. Ugyanezen láncolatba  
kapcsolható egy voltaméter is, mely  $\frac{1}{10}$ ,  
illetőleg  $\frac{1}{100}$  mpre van berendezve.



3. ábra.

Készülékeim között ezt tartom leg-  
sikerültebbnek.

Az elektro-thermóméterrel következő  
kísérleteket lehet végrehajtani:

1. Joule törvényének megállapítását.
2. E törvény alapján az ellenállás egy-  
ségének meghatározását.
3. Megmelegített rézdrót kihűlési tör-  
vényeinek kikeresését.
4. A rugalmassági törvények igazolását.
5. A rugalmassági modulus megmé-  
rését.
6. Fegyverzett üvegek kisülése okozta  
hőhatások megmérést.

7. Az elektrosztatikai és elektromagnetikai egységek közti viszony megállapítását.

Például: Mennyi az elektro-thermometer 1 m. hosszú drótjának ellenállása nemzetközi egységekben, ha a drót súlya 0.4 grm., kihűlési együtthatója = 0.32, és 2.2 Ampèrenyi áram  $\frac{1}{10}$  mp. alatt, 3.6°-ra melegíti. A drót fajmelege: 0.094 és a hő mechanikai egyenértéke 4.2.

Kiszámítás:

$$4.84 w = 0.4 \cdot 0.094 \cdot 3.658 \cdot 4.2 \cdot 10$$

$$= 5.73, \text{ innen}$$

$$w = 5.73 : 4.84 = 1.183 \text{ Ohm.}$$

### III. A tükör-manométer. (3. ábra.)

Áll egy félgömbalakú (A) edényből, mely felül bő nyílással csappal van ellátva, alsó része pedig köralakú rugalmas fémlémezzel beforrasztva. A fémlemez közepére beforrasztott gamóról vékony rézdrót nyúlik le, mely a rugalmas lemez alakváltozását egy tengelye körül forogható tükörrre teszi át. A tükör előtt egy gyújtó lencse, ez előtt a lencse gyújtó pontjához közel üveg-skála van, melyen a fényforrás, illetőleg az előtte kifeszített sötét fonál képe ezerszer nagyítva mutatja a rugalmas lemez alakváltozását, és ekként az edénybe zárt levegő nyomásának legcsekélyebb változását.

E készülék használható a következő kísérletekre:

1. Gay Lussac törvényének igazolására.
2. A hő mechanikai egyenértékének meghatározására.
3. A hatványozott Mariotte-féle törvény tapasztalati úton való megállapítására.

Például: A kísérlet idejében a levegő nyomása 749.0 mm. volt. A nyomást sűrítés által lassan felemeltem 757.3 mm.-re. Ekkor a csapot egy pillanatra kinyitottam, és azonnal ismét bezártam. A kinyitás alatt a levegő nyomása leszállott 749 mm.-re, de nyomban elkezdett emelkedni és kevés idő múlva 751.4 mm.-en állapodott meg. A levegő feszítő ereje ugyanis a kinyitás pillanatában két ok miatt szállott le: először a kitágulás, másodsor a kihűlés következtében. A kitágulás által 757.3-ról 751.4 mm.-re, a kihűlés által pedig 751.4 mm.-ről 749 mm.-re. Ha a sűrített levegő nyomását  $P_1$ -nek, a kitágult, de ismét felmelegedett levegőt  $P_2$ -nek, továbbá a kitágult és kihűlt levegőt  $P_3$ -nak, végre a sűrített levegő térfogatát  $V_1$ -nek, a kitágultat  $V_2$ -nek nevezzük, lesz:

$$x = \frac{\log P_1 - \log P_3}{\log P_1 - \log P_2}, \text{ vagy közelítőleg}$$

$$x = \frac{P_1 - P_3}{P_1 - P_2} = 8.3 : 5.9 = 1.41.$$

IV. Elhajlás-nagyító. A földmágnesség irányváltozása naponként  $\frac{1}{3}$  fokot rendszeren meg nem halad, úgy hogy egy órára alig esik több 1—2 első percnél. Eme kis változásnak észlelhetővé, egész hallgatóság

előtt láthatóvá tétele volt a cél, melyet e készülékkel elértem. Áll ugyanis egy selyemszálon függő, glicerinnel csillapított mágnesűből, melynek a legcsekélyebb mozgulása úgy van láthatóvá téve, hogy a mágnesűhöz erősített plánpárhuzamos tükör, és az előtte felállított  $\frac{5}{4}$  m. gyújtótávolságú gyújtó lencse a gyújtópont közelében világító fényforrás képét a mellette felállított üvegskálára veti.

A mágnesű alatt egy erős mágnes pálcza, a föld mágnes sarkaival ellenkezve, oly távolságban van, hogy annak hatása a földmágnesség erejénél  $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ -al kisebb legyen; hogy tehát a két erő eredője a földmágnesség vízszintes összetevőjének  $\frac{1}{20} - \frac{1}{30}$ -ad része legyen. Ekkor az elhajlás változása azon mértékben van nagyítva, a milyen mértékben az eredő kisebb a H-nál.

A földmágnesség irányának ily módon 20—30-szor nagyított változása egy óra alatt az üvegskálán 3—4 centimétert is tesz és így egész hallgatóság is megfigyelheti. (Kecskeméti ref. főgimn. Ért. 1887.)

PARRAGH GEDEON.

## 11.

A fénysebesség jelentése az elektrodinamikában. Az elektromosság történetéből ismeretes, hogy D u f a y, a párizsi fűvészkerintendása volt az első, ki 1733-ban a dörzsölt testek elektromos minőségében különbséget vett észre s az elektromos kölcsönhatás törvényét (»az egyenmű elektromosságok egymást taszítják, a különbözőek egymást vonzzák«) legalább qualitativ tekintetben megállapította. A törvény quantitativ részének felfedezése még fél századig váratott magára. C o u l o m b, francia mérnök-kari alezredes 1785-ben ismerte meg a párizsi akadémiában az elektrosztatikának róla elnevezett alaptörvényét, mely szerint »az elektromos vonzás vagy tasztítás az elektromos mennyiségekkel egyenes, a távolság négyzetével pedig visszas arányban van.« Közel fél századnak kellett ismét elmúlnia, míg A m p è r e 1820-ban rájött, hogy Coulomb törvénye csak addig igaz, a míg az elektromos részecskék nyugszanak; áramlásuk közben egészen másként hatnak egymásra. Öt évre rá, 1825-ben véglegesen megállapította Ampère az elektrodinamikai kölcsönhatás alaptörvényét. E törvény elemi formulázása (»az egyirányú áramok egymást vonzzák, az ellenkező irányúak egymást tasztítják«) az elektrodinamikai kölcsönhatásnak ismét csak a qualitativ oldalát tünteti elő; holott Ampère törvénye pontosan számot ad a kölcsönhatás nagyságáról is: »Két párhuzamos áram vonzása vagy tasztítása az áramok erősségével és vezetőik hosszával egyenes, a távolság négyzetével pedig visszas arányban van.«

De nem lehetne-e Coul. törvényét és Amp.-ét egyetlen törvénybe összefoglalni, a mely mind a nyugvás-, mind a mozgáskori kölcsönhatásról számot adna. Többen megkísérlették ezt; először Gauss, azután Weber, Riemann és Clausius. Weber javaslata leginkább elterjedt; szerinte: az elektromos két részecske kölcsönhatását két ellentétes részlet-hatásból állónak képzelhetjük. Az egyik (az elektrosztatikai) a részcskék sebességétől független, a másik (amazzal ellentétes hatású: az elektrodinamikai) a részcskék relatív sebességének négyzetével arányos. Nyilvánvaló, hogy, ha ez igaz, kell egy olyan relatív sebességnek is lenni, melynél a két ellentétes hatás egymást kölcsönösen lerontja s a két elektromos részecske se nem vonzza, se nem taszítja egymást.

Eme válságos sebesség kísérleti meghatározása szerfelett érdekes feladat. Direkt módon a kísérlet végre nem hajtható; kerülő úton azonban a kérdéses sebességet meg lehet határozni s tényleg meg is határozták többen. Legelőször Weber és Kohlrausch 1856-ban. Weber ugyanis megmutatta, hogy az elektromos mennyiség elektromágnesi mértékegységének az elektrosztatikai mértékegységgel való viszonya sebességet ábrázol és pedig éppen a kérdéses sebességet. E szerint a feladat arra van visszavezetve: határozassék meg, hányszor foglaltatik az elektromos mennyiség elektrosztatikai mértékegysége ugyanannak elektro-

mágnesi mértékegységében. Weber és Kohlrausch azt találták, hogy e viszony 311 megaméter-másodpercenként; Sir William Thomson más kísérleti módon 282, Maxwell ismét más úton 288, J. J. Thomson 296, Exner 301 és legújabbban Klemenčič is 301 megaméternek találta. Feltűnő e számok egyezése, de még feltűnőbb, hogy a keresett sebesség, úgyszólván, teljesen megegyez a fény tovaterjedő sebességével üres térben, a melynek nagysága, kerek számban, szintén 300 megaméter. Vajon e feltűnő megegyezés pusztán a véletlen műve-e? Mai ismereteink a természeti jelenségek sokszerű korrelációjáról e feltevést alig engedik meg; sőt a két szám feltűnő összeegyeztetéséből azt következtethetjük, hogy az elektromágnesség és a fény tárgyi okait egy eddig még ismeretlen azonosságból kell kimagyarázni. E feltevésre alapítja Maxwell a fény elektromágnesi elméletét, midőn felteszi, hogy az elektromosságot nem-vezető közegekben az elektromágnesi háborítás (electromagnetic disturbance) ép azon törvény szerint terjed tova, mint a fény ugyanabban a közegben. Ide vonatkozó vizsgálatait Maxwell »A treatise on electricity and magnetism« című nagy munkájában (Oxford 1873) tette közé. A mai fizika egyik legérdekesebb, legaktuálisabb kérdése, vajjon megállhat-e, és minő módosításokkal, a Maxwell-féle elektromágnesi fényelmélet?

SZILY KÁLMÁN.

## II. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

### 5.

**A germániumról.** Az 1885-ik év nyarán a Freiberg mellett lévő bányák egyikéből egy különös külsejű, gazdag ezüstérc került napfényre, melyben *Weissbach* új ásványt ismert fel, és azt »argyrodit«-nak nevezte el. A forraszcsővel való előleges vizsgálat alkalmával *Richter* az ásványban főalkatrészekül kén és ezüstöt talált, de ezeken kívül csekély mennyiségű higanyt is konstataált benne, a mi annyival érdekesebb és feltűnőbb volt, mivel a Freibergi érczetelésekben eme fémnek jelenlétét az ideig még senkinek sem sikerült kimutatni. — *Winkler* elemezvén az ásványt, azt találta, hogy a higany mennyisége 0.21%-nál nem tesz többet és hogy 73—75% ezüst, 17—18% kén, kis mennyiségű vas és nyomokban arzén fordul benne elő; de az elemzés eredményeiben számos, és a legnagyobb gonddal véghez vitt kísérleteinek dacára is mindig 6—7% hiány mutatkozott. Ennek okát keresve, több heti fáradságos kutatás után az argy-

roditban egy új, az antimonhoz sokban hasonló, de tőle mégis élesen megkülönböztethető elemet fedezett fel, melyet *germániumnak* nevezett el.

Az új elemet *Winkler* az argyroditból akként választotta le, hogy az ásványt levegő kizárása mellett, (még czélszerűbben hidrogén-áramban) hevítette és az ekként támadó fekete, kristályos, meglehetősen könnyen illanó, barna-vörös cseppekké olvadó szálladékat — mely csekély mennyiségű higanyulfidon kívül, főképp germánium-sulfidból állott — levegő áramban való hevítés, vagy salétromsavval való melegítés útján, fehér germánium-oxidá alakította át. Az oxidot ezután keményítővel keverve gyengén hevítette, vagy hidrogén-áramban redukálta és az így szerzett barna oxidot borax alatt megolvasztotta.

A *germánium* szürkés-fehér színű (a zirconiumnál világosabb), szép fém-fényű elem. Fajsúlya — *Mann* szerint — 20.4°-nál 5.469; olvadó pontja az ezüsténél alacsonyabb, körülbelül 900°. Forraszcsővel regulussá olvasható, mely szétfecsceg és fehér gőzöket bocsát, mint a megolvastott antimon.



A megmerevedéskor térfogata jelentősen megnagyobbodik és jól kifejtett szabályos oktaéderekben kristályosodik.

Sósavban nem, királyvizben azonban feloldódik. Tömény kénsav —  $\text{SO}_3$  fejlődése közben — vízben oldható sulfátá, salétromsav pedig —  $\text{NO}$  fejlődése közben — fehér oxidá alakítja át. Tömény  $\text{KOH}$  azonban nem támadja meg.

Atómsúlyának meghatározását a Volhard-féle módszerrel, a tetrachloridjában foglalt chlór titrálása útján hajtotta végre. Négy meghatározásnak középértéke  $72.32$  volt. A germánium tehát a Mendelejev-féle periodusos rendszerben az »*Ekasilicium*«-nak nevezte elem helyére esik, melynek létezését Mendelejev előre megjósolta és atómsúlyát  $72$ -nek fajsúlyát pedig  $5.5$ -nek előre megállapította.

Fajmelegét Nilson és Petterson határozták meg különböző hőmérsékleteken és azt találták, hogy

|   | <i>fajmelege</i> |
|---|------------------|
| 1. $100^\circ$ -nál (vízgőzben).....        | $0.0737$         |
| 2. $211^\circ$ » (nitrobenzolban).....      | $0.0772$         |
| 3. $301.5^\circ$ -nál (diphenylaminban) ... | $0.0768$         |
| 4. $440^\circ$ -nál (kéngőzben) .....       | $0.0757$         |

A germánium atómmolege tehát (t. i. a fajmeleg szorozva az atómsúllyal,  $72.32$ -dal):

|                          |        |
|--------------------------|--------|
| 1. meghatározásból ..... | $5.33$ |
| 2. » .....               | $5.58$ |
| 3. » .....               | $5.55$ |
| 4. » .....               | $5.47$ |

A germánium-dioxid fajmelege  $100^\circ-0^\circ$  között:  $0.1293$ , miből a molekula-meleg  $13.48$ -nak adódik ki. Ugyancsak ők határozták meg a  $86^\circ$ -nál forró germánium-chloridnak gőzsűrűségét és azt találták, hogy az 1.  $301.5^\circ$ -nál (diphenylamin gőzben) ...  $7.43$   
2.  $739^\circ$  » (Perrot-féle kemenczében)  $7.44$   
míg a  $\text{GeCl}_4 = 213.8$ -ból számított gőzsűrűség  $7.40$ . Jodidjának gőzsűrűsége (kén gőzben meghatározva) =  $20.43$ , a számított pedig  $20.02$

Szíkra-spektrumában K o b b következő, különösen feltűnő és mérhető vonalakat észlelt: egyet a narancsban, egyet a sárgában, négyet az ibolyában és 12-öt a zöld és kékben.

A *germánium vegyületei*. Winkler a germániumnak számos vegyületét állította elő, melyek oldékonyságuk- és illékonyságukkal tűnnek ki. A Bunsen-féle lángban gőzzé alakíthatók, de a lángot nem füstik meg és így színképi kémhatás útján nem ismerhetők fel. Oldataiból azok a fémek, melyek a vizet elbontják, s kiváltképpen a zink az elemet sötétbarna, könnyű iszap alakjában lassanként leválasztják; nemkülönben borkósavval elegyített ammoniakos oldatokból is kiválasztható elektromos árammal, miközben a kiváltott germánium a platina-elektrodon barna, fénytelen bevonatot alkot.

*Germánium-oxidul*.  $\text{GeO}$ . A germánium-chlorürnek  $\text{KOH}$  vagy  $\text{NaOH}$ -al

való felbontásokor eredetileg sárga s hevítés közben rozsdavörössé váló csapadék keletkezik. A hidegen kiejtett — oxidulhidrátból álló — csapadék igen könnyen oxidálódik; széndioxid-áramban hevítve, szürkés fekete vízmentes oxidullá alakul át. A germánium-oxidul sósavban könnyen oldódik és a maró vagy szénsavas alkaliák sárga, ferrocyanikálium fehér, kénhidrogén vörösbarna csapadékot választ ki sósavas oldatából. Ennek erőiesen redukáló és halványító tulajdonsága van.

*Germánium-oxid*  $\text{GeO}_2$ . Fémfényét a germánium közönséges hőmérséken, száraz és nedves levegőn egyaránt megtartja. Porrá dörzsölve és a levegőn felmelegítve, gyengén izzik; tiszta oxigén-áramban felhevítve, erős izzás közben fehér oxidá alakul át. Tisztább állapotban kapjuk a chloridnak vízzel (hidegen) való felbontása útján; ekkor ugyanis tömör, csaknem homokos por, ebből pedig erős hevítés útján chlórmentes oxid keletkezik. Ennek fajsúlya ( $18^\circ$ -nál)  $4.703$ . A kihevített oxid egy súlyrésze  $20^\circ$ -nál  $247.1$  súlyrész,  $100^\circ$ -nál pedig  $95.3$  súlyrész vízben oldódik. Ez utóbbi oldatából az oxid a kihűléskor apró, kettőstörésű kristályok alakjában válik ki. A germánium-oxidnak oxisavas sóit nem sikerült eddig előállítani, valamint a germánium-hidroxidot sem.

*Germánium-sulfür*  $\text{GeS}$ . Előállítható, ha a germánium-sulfidot porrá dörzsölt germánium-főléslegével széndioxid-áramban hevítjük, vagy ha a sulfidot hidrogénnek lassú áramában hosszabb ideig mérsékeltlen melegítjük. Mindkét esetben fényes, színes kristályok keletkeznek. A germánium-sulfür  $\text{KOH}$ -ban könnyen feloldódik, s az oldatból a sósav az antimónsulfürhöz hasonló, vörösbarna csapadékot választ ki. Hasonlóképp feloldódik ammónium-sulfidban is és ekkor germánium-sulfiddá alakul át.

*Germánium-sulfid*  $\text{GeS}_2$ . A germánium oxid-oldatnak  $\text{H}_2\text{S}$ -sel való kezelése, vagy sulfo-sójának valamely ásványi savval való felbontása útján állítható elő, bőséges *fehér* csapadék alakjában. Ez csakis  $\text{H}_2\text{S}$  gázzal telített sósavval vagy kénsavval mosható ki veszteség nélkül.  $\text{CO}_2$  áramban hevítve sárgás, vagy szürkésárga színűvé válik; izzó melegben, fehér verődék képződése mellett, részben elillan;  $221.9$  súlyrész vízben oldható. A gyengén megsavanyított oldat — melyben a sulfid colloidalis állapotban foglaltatik — a nehéz fémek sóival sajátos színhatásokat ad: így ón, antimón és arzénnel sárgát, cadmiummal fehéret, ólommal narancsvöröset, ezüsttel feketét, bizmúttal vörösbarnát, higamnyal barnásfeketét stb. A germánium-sulfid sulfo-sav, miért is alkaliás fém-sulfidokkal oldható sulfo-sókat alkot; ezeket még nem tanulmányozták közelebbről.

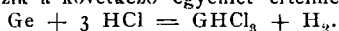
*Germánium-chlorür*.  $\text{GeCl}_2$ . Egészen



tiszta állapotban még ez ideig nem sikerült előállítani; valószínűleg a sulfürnek sósav-áramban való hevítése útján keletkezik.

**Germánium-chlorid.**  $\text{GeCl}_4$ . Tűz-jelenségek között keletkezik a germániumnak chlórral való direkt egyesítésekor. Így azonban szabad chlór mindig van benne. Egészen tiszta állapotban állítható elő, ha a szétdőrszölt germániumot nyolczszoros mennyiségű, jól kiszáritott higanychlóriddal letisztáljuk. Színtelen, hig folyadék, melynek fajsúlya  $M_{\text{a n n}}$  szerint  $18^\circ\text{C}$ -nál  $1.887$ ;  $86^\circ$ -nál forr, de már közönséges hőmérsékleten is elpárolag. Szilárd  $\text{CO}_2$  és ether elegyével, tehát körülbelül  $-100^\circ$ -on sem sikerült még megfagyasztani.

**Germánium-chloroform.**  $\text{GeHCl}_3$ . Ha a finom porrá dörzsölt germániumot porcellán-csónakba téve, száraz sósav-áramban gyengén hevítjük, megtűzesedik és hidrogén fejlődése közben germánium-chloroform keletkezik a következő egyenlet értelmében:



Ha a sósav főlölegével kevert chloroformgőzöket jéggel és konyhasóval lehűtjük, két különböző minőségű és magaviseletű folyadékot kapunk. Az egyik könnyen illanó és összefolyó hig folyadék, a másik nehezen mozgó, látszólag olajszerű, melynek forráspontja jelentékenyen magasabb és fénytörő képessége is nagyobb. A hígabb folyadék a germánium-chloroform; a nehezen mozgó pedig germánium-oxichloridból áll. A megtisztított germánium-chloroform, levegővel hosszabb ideig érintkezve, részleges oxidálás útján keletkező germániumoxichlorid következtében megint tejszerűen megzavarodik.

A germánium-chloroform gőzsűrűsége, Mayer Viktor és Mensching J. tiszta nitrogén-légkörben véghezvitt meghatározása szerint,  $5.55$  (a  $\text{GeHCl}_3$  képletből számított gőzsűrűség  $6.21$ ; a germánium-chlorüré  $4.95$ ) valószínűleg a vegyületnek részleges szétbomlása következtében.

**Germánium-oxichlorid**  $\text{GeOCl}_2$ . Ha a germánium-chloroformba finom nyíláson át levegőt vagy oxigént vezetünk be, a folyadék felmelegedése közben cseppek válnak ki, melyek lassanként részben az edény fenekére süllyednek, részben pedig a fejlődő sósavval gázalakban elvitetnek. A  $\text{GeOCl}_2$  színtelen, nem füstölő folyadék, melynek forráspontja  $100^\circ$ -on felül van.

**Germánium-jodid**  $\text{GeJ}_4$ . Előállítható, ha porrá dörzsölt germániumot  $\text{CO}_2$  áramban hevítünk és rajta jódgőzt vezetünk keresztül. A szabad jódtól  $\text{CO}_2$  áramban történő többszöri szállítás útján szabadítható meg. Por-alakban sárgaszínű test, mely  $144^\circ$ -nál megolvad és  $350$ – $400^\circ$  között forr;  $440^\circ$ -nál még nem, de  $658^\circ$ -nál felbomlik. (Nilsen.) A megolvadt germánium-jodid térfogatkiebbedés közben kri-

stályosodik. Igen nagy mértékben nedvszívó és a nedvességtől szétbomlik.

**Germánium-bromid**  $\text{GeBr}_4$ . A germánium, bróm-gőzben gyengén hevítve, meggyúlad és fakósárga lánggal ég el. A könnyen megsűrűsödő bromid higannyal lepárolva a bróm főlölegétől megszabadítható. Mozgékony, erősen füstölő folyadék, mely körülbelül  $0^\circ$ -nál fehér, kristályos tömeggé merevedik meg.

**Germánium-fluorür**  $\text{GeF}_2$ . Úgy látszik, hogy a kálium germánium-fluoridnak hidrogén áramban történő gyenge melegítésekor keletkezik; tiszta állapotban azonban még nem sikerült előállítani.

**Germánium-fluorid**  $\text{GeF}_4$ . A germánium-oxid fluorhidrogénben megmelegedés és síttergés közben feloldódik. A szétfreccsítés szülte veszteség elkerülése végett czélszerű az oxid nagyobb mennyiségű, a fluorhidrogén hozzáadása előtt, vízzel péppé összekeverni. A főlöleges oxiddal a savától mentesített oldat, kénsav fölött elpárolgatva, világos, sűrű folyadékot alkot, a mely a vizet mohón köti meg; exsiccatorban azonban több nap lefolyása után fehér, szemcsés kristályokból álló tömeggé merevedik meg, s ez vízben oxichloridnak keletkezése nélkül ismét tisztán feloldódik. A kristályos fluorid a zirkonium-fluoridnak megfelelő  $\text{GeF}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  összetételű. Vízfürdőn hevítve, fehéroxidréteggel vonódik be; magasabb hőmérsékleten (körülbelül a forrásban lévő kénsav hőmérsékletén)  $\text{HF}$ - és  $\text{GeF}_4$ -re válik szét.

**Germánium-fluorhidrogén**  $\text{H}_2\text{GeF}_6$ . Ha tiszta, frissen kihevített fluoritet, főlöleges germánium-oxiddal és tömény kénsavval elegyítve platina készülékben — kezdetben a kénsav elpárolgásáig, azután izzásig — hevítünk és a fejlődő gőzöket vízbe vezetjük, színtelen, erősen savanyú folyadékot kapunk. Közönséges hőmérsékleten való bepárlásakor sűrű, füstölő, erősen savanyú folyadék keletkezik. Az így előállított germánium-fluorhidrogén már közönséges hőmérsékleten párologni látszik; de forráspontja a vízenél magasabban van. Üres térben vízfürdőből le lehet párolni.

**Kálium-germánium-fluorid**  $\text{K}_2\text{GeF}_6$ . Ha a germánium-fluoridnak hig oldatát chlorkáliummal elegyítjük, lassanként átlátszó csapadék válik ki, melynek szárított állapotban kristályos lisztformája van. A kettős fluorid is vízmentes, mint a silíciumvegyület. Vízben — a mint azt Mendelejev az ekasilíciumról előre megmondotta — meglehetősen könnyen oldódik. 1 súlyrész  $100^\circ$ -nál  $34.07$  súlyrész vízben,  $18^\circ$ -nál azonban csak  $173.98$  súlyrész vízben oldódik és hexagonálisan kristályosodik. Alkoholban oldhatatlan. A száraz só vörös izzásnál megolvastva (K r ü s s és N i l s o n adataival ellentétben) germánium elszállása közben, részlegesen szétbomlik.

**Germánium-ethyl.**  $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ . — A zinkethyl és germánium-chlorid, kívülről jól lehűtött edényben, szembetűnő reakció nélkül, szilárd tömeggé egyesül, mely vízben erős gázfejlődés és olajos réteg képződése közben feloldódik. Az olajos réteg jól kimosva, chlórcaesiummal megszáritva és  $160^\circ$ -on letisztálva, szintelen folyadékot ad. Az így előállított germánium-ethyl kissé hagymaszagú; valamivel könnyebb mint a víz: forráspontja körülbelül  $160^\circ$ -nál van, de már közönséges hőmérsékleten is elpárolog. (Mendelejev az ekasilícium-ethyl fajsúlyát  $0.96$ , forráspontját  $160^\circ$ -ra határozta meg előre.) A levegő oxigénje közönséges hőmérsékleten nincs rá hatással. Meggyújtva, homályos sárgászörös lánggal ég el, fehér — germániumoxidból álló — füst keletkezése

közben. A vegyület elemzése pontosan meg egyezik a germánium-ethyl képletével. Gőzsűrűsége  $230^\circ$ -nál (Mayer Viktor és Mensching szerint)  $8.5$ .

**A germánium felismerése és meghatározása.** A germánium legbiztosabban fehér sulfidjáról és ennek sajátosságairól ismerzik meg. Winkler részletesen megismerteti azt a módszert is, mellyel a germánium-sulfidot tisztán le lehet választani, oxiddá (salétromsavval) átalakítani és mint ilyent mérni lehet. Winkler az argyroditnak pontosan végrehajtott elemzéséből azt a következtetést vonja, hogy ez az ásvány olyan sulfo-só, melynek összetétele  $3\text{Ag}_2\text{S} \cdot \text{GeS}_2$  képletnek felel meg.

(Journal f. Prac. Chem. 34, 36 K. után.)

NURICSÁN JÓZSEF.

### III. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

#### 8.

**A halméregről.** Günthernek, a mai kor egyik legjobb hal-ismerőjének könyvéből érdekesnek tartjuk megismertetni a következőket.

Bizonyos halaknak a húsa mérges hatású; némelyeké mindig, másoké csak időnként. A ki az ilyen húst megeszi, erős gyomor- és béliizgatottságot kap, sőt gyomor- és bélgyulladás folytán nem ritkán halál is következhetik be. Azok a halak, melyeknek húsa mindenkor mérges, a *Clupea thrissa*, *Clupea venenosa* és néhány *Scarus*, *Therodon* és *Diodon* faj. Sok más hal csak időnként vagy alkalmilag mérges. Poey 72 faj ilyen halat ír le Cuba környékéről, melyek mérges voltukat onnan kapják, hogy méregtartalmú rothadó anyagokkal táplálkoznak. Nyugatindiában azt találták, hogy a korall-telepeken élő halak mérges hatásúak. Némely halak ivás idején válnak mérgesekké. Más halaknak *méregszervök* van, mint pl. a *tüskés rájá*-nak, melynek tüskéje, ha az ember testébe ütődik, gyuladást, sőt üszköt idéz elő. A méreganyag itten a tüske felületén kiváló nyálkában van. Legkifejlettebb méregszerve van a *Thalassophryne* halnak, mely Közép-Amerika pusztaínak folyamaiban él. Ezeknél a mérgező kopolyú-fedő és a hátú tövisek tövein levő mirigyszerű szervben fejlődik és belőle csak akkor lövellődik elő, ha valamely test a hal töviseibe esik és a méregmirigyet mechanikailag összenyomja.

A görögök már Homér idejében tudták, hogy némely hal emésztés-zavarokat idéz elő. Hippokrates és Galénus szintén e nézetben voltak. Nagy-Sándor eltöltötte katonáinak a halevést, mert tapasztalták, hogy bizonyos fajta halaktól bőrkiütés támad.

A méregmirigy a halak bizonyos csoportjánál védelmi eszköz, mely rendszeren valamely tövisszerű nyúlvány tövében van elhelyezve. Ha a méregmirigyet kivágják, a hal húsa ártalom nélkül megehető.

A halak egy más csoportjában maga a test a mérges, de az sem egészen. Némelyeknek csak az ikrájok mérges, annyira, hogy, ha kutyanak adják, megdöglik tőle. Az ilyen halak ivás idején kívül ártalmatlanok.

Némely halak csak akkor válnak mérgesekké, mikor eltartás végett besózzák. Pelikán azt hiszi, hogy a mérge ilyenkor a hal zsírából fejlődik. Úgy látszik ezeknél igazi rothadás nincsen.

Más halaknál ismét — különösen a tropikus tájakon — valódi rothadás folytán támad a mérge, néha már pár óra lefolyása alatt. Az ilyen halak aztán — ha becsinálják is pléhdobozokba — méregtartalommal jutnak a kereskedésbe és sok bajt okozhatnak. Négy matróz ilyen dobozba becsinált hering evése után hányást, hasmenést és nehézlélekzést kapott. Hirschberg 5 mérgezési esetet észlelt eczetbe főzött tengeri hering evése után. Három egyén 15 óra múlva betegedett meg az étel után, a másik kettő 20, illetőleg 28 óra múlva. A mérgezés tünetemeyei émelygés, hányás, látászavarok voltak. Három az öt közül meghalt, egy negyedfél, kettő négy nap múlva az étkezés után.

A méreganyag a rothadt halban ugyanaz, mint minden rothadó húsban.

Ez Ehrenberg vizsgálatai szerint egy atropinszerű alkaloid, mit e szerző *ptomato-atropinnak* nevez. Ez az anyag a tok húsból előállítva, ugyanazon mérgezési tüneteket idézi elő, mint az ú. n. hurkamérge vagy akármely más állat rothadó húsa. (Handbuch d. Ichthyologie.) H.

## 9.

**Az alkaloidok hatása a növény- és állatvilágban.** Marccacci A. tanulmánya tárgyává tette, mi módon hatnak az alkaloidok az erjedésre, a növénymagvak fejlődésére és a petékre. Az alkaloidok, melyeknek hatását megvizsgálta, a következők voltak: kénsavas morphin, atropin, veratrin, chinin és cinconamin.

Az atropin, morphin elősegítette, a chinin és cinconamin hátráltatta a borszeszes és tejsavas erjedést. Nevezetes, hogy miálatt a strichninsók az alkoholerjedést elősegítették, a tejsavas erjedésre nagyon hátráltatólag hatottak. Kis adagokban még azok az alkaloidok is elősegítették az erjedés folyamatát, melyek nagy adagokban gátlólag hatottak rá.

Körülbelül hasonló volt az alkaloidok hatása a növénymagvakra. Ezt kétféle módon vizsgálta. Egyik mód abban állott, hogy a magvakat alkaloid-sóoldatokba áztatta, aztán elvetette és megnézte, miképen csíráznak. Ellenőrzésül ugyanezen magvakból egy részt egyszerűen lepárolt vízben áztatva vetett el, hogy legyen mihez hasonlítani a kísérlet alá vett magvak csírázó képességét. Szerző azt találta, hogy a chinin és cinconamin legártalmasabb volt, mert ezek megakadályozták a magvak kicsírázását, míg az atropin és morphin vagy közömbösen hatott vagy éppen javára volt; a veratrin és strychnin hatása a kettő között foglalt helyet. A hatás okát abban kellett keresni, hogy a csíra táplálkozásának kémiai folyamatai az alkaloidok hatása alatt változást szenvednek. Szerző tényleg azt találta, hogy a magvak cukortartalma az alkaloidok hatásának fokozódásával arányosan csökken. A másik mód az volt, hogy tenyésztő üvegekben kihagyta csírázni a magvakat és midőn a növény már nőni kezdett, alkaloid só-oldatokkal locsolgatta őket. Ez esetben a hatás, különösen a gyökereken mutatkozott és ilyenkor még az olyan alkaloidok is mérgezőleg hatottak, mint pl. a morphium, melyek a magvak kicsírázását nem bántották.

A gumós gyökerű növényekre hasonló volt a hatás.

A chinin és cinconamin a megnőtt növényekre szintén igen kártékony hatással volt. Igen hig oldatok már szerfelett intenzív chlorózist idézett elő. Kevésbé kártékony volt a strychnin és veratrin, legkevésbé ártott az atropin és morphin. Legtöbb kísérletét szerző erre vonatkozólag a békalencse (*Lemna minor*) vízi növényen tette.

Az állati petékre ezen anyagok hatását szerző úgy vizsgálta, hogy a triton és békatojásokat mesterségesen megtermékenyítette, aztán különböző alkaloid só-oldatokban hagyta állani, kikelésük után pedig megvizsgálta hány és milyen fejlettségű

poronty keletkezett. Sokszoros kísérleteiben azt találta, hogy itt is a chinin és cinconamin a legkártékonyabb, a strichnin és a veratrin a fejlődés elején elevenítőleg hat, az atropinnak és morphinnak pedig az egész fejlődés tartama alatt kedvező a hatása.

Még egy igen érdekes megfigyelést tett a szerző e vizsgálataiban: azt találta, hogy az alkaloidok e hatása az erjedésre, a növényekre, állati petékre más a napfényen és más a sötétben. Ha a vizsgálat alá vett tárgyakat sötétben tartotta az alkaloidoknak ama hatásai vagy egyáltalában nem, vagy csak igen gyengén mutatkoztak: az erjedés, a csírázás, a békatojások kikelése majdnem egészen rendesen folyt le, mintha ez ártalmas anyagok ott se lettek volna.

Szerző e kísérleteiből az következik, hogy az alkaloidok egyformán hatnak mind az állati, mint a növényi protoplazmára. Valamely kémiai anyag mérgeessége annál nagyobb, mennél inkább hat a protoplazmára és mennél többet tud megölni belőle.

A mi a hatás mechanizmusát illeti, szerző azt véli, hogy az alkaloidok hatása egészen az, mint az érzéketlenítő szereké: kezdetben a protoplazmát túlságos izgatottságba hozzák, azután elroncsolják. Kis adagok alkalmazásakor a hatás izgalmi szaka meghosszabbodhatik, mely a protoplazma élettevékenységét még emelheti is, nagy adagokra pedig rövid izgalmi szak után mindjárt a kimerülés és megbomlás szaka áll be. (Archives italiennes de Biologie. 1887 IX. k. 1. füz. 2. l.) H.

## 10.

**Kék kenyér.** — Lehmann szerint némely buzalisztból készült kenyér kekesbe játszó színt kap. Ez onnan van, mert a buza közé kakasczimer-félék (*Rhinanthaceae*), különösen pedig a *Rhynanthus* és a *Melampyrum* elegyednek.

A *Rhynanthus*, mint Ludwig kimutatta, egy glycosidot tartalmaz, a rhynanthint, melyből sajtószerű kék, vagy zöld festék, a rhynanthocyan keletkezik.

Az olyan kenyérben, mely alkohol- és sósavegyben megkékül, mikroszkóppal rhynanthus-részecskéket lehet találni; a megkékülés éppen onnan támad, hogy a kenyér rhynanthus-tartalmát a sósav-rhynanthinra változtatja át. Úgy látszik, hogy a rhinanthaceák nem mérgesek, szerző azonban mégis óvatosságot ajánl e tekintetben. Más esetekben *Melampyrum arvensé*-t találtak különösen a wiesbadeni lisztben.

Egészben véve, ha a kenyérnek kekes színe van, ez arra vall, hogy az rosszul tisztított gabona lisztjéből készült, melyben mérges növénymagvak, mint pl. a *Lolium*

*temulentum* stb. magvai lehetnek jelen. Az ilyen kenyeret szerző szerint el kell tiltani a közfogyasztásból. (*Revue sanitaire de Bordeaux et de la province.*) H.

## 11.

**A szervezet kimosása mérgezéséknél.** — *Sanquirico* nagyszámú kísérletet tett ezen modern therapeutikus módszer megvizsgálására. E módszer azon az ismert tapasztalaton alapszik, hogy a szervezet maga igyekszik kiválasztani magából a mérges anyagokat, ha beléje jutnak. Nyálban, húgyban, izzadságban és egyéb kiválasztásokban megtalálja az ember őket. A gyógyítás célja éppen abban áll, hogy az ember e kiválasztást elősegítse az által, hogy indifferens folyadékokat visz be a vérbe, mely azután a mérges anyagokat belőle mintegy kimossa.

Szerző e célból a halálra mérgezett

állatok vérébe 0.75%-os konyhasó-oldatot fecskendezett be, annyit hogy a befecskendezett sóoldat mennyisége kétszer felülhaladta az állat vérmennyiségét. Az ilyen sóoldatnak ilyen mennyiségben való befecskendezése egymagában véve, mint a kísérletek kimutatták, nem ártalmas. A befecskendezés után azt tapasztalta, hogy rövid idő múlva bő vízelet-elválasztás indult meg, mire a mérgezés tünetenyei enyhülni kezdtek, úgy hogy az állat utóljára megszabadult.

Szerző sikerrel alkalmazta ezt az eljárást strychnin-, alkohol-, chloral-, aconitin-, paraldehyd-, coffein-, urethan-mérgezéséknél. Nem használt a módszer a curara, morphin-, nitrobenzol- stb. mérgezéséknél. Szerző azt hiszi, hogy a fentebbi mérgezések eseteiben embereken is haszna lehet ez eljárásnak. Ezt meg kell kísérteni annnyival inkább, mert a közönséges ellenmérgek nem adnak ilyen biztos eredményt. (*Archiv italiennes de Biologie. 1887. IX. köt. 55. lap.*) II.

## IV. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

## 1.

**A fejcsigolya-elmélet régebbi és mai állása.** Általánosan ismeretes az a törvény, hogy az izelt állatok felsőbbjeinek testízei, főleg a testnek mellső tájain, centralizáció felé törekszenek: azaz több, eredetileg külön íz, fokozatibb vagy tökéletesebb munka végezhetőse céljából, az egésznek javára feláldozza önállóságát s magasabb egységbe olvad össze.

Legvilágosabban ismerhető fel ez a törvény az izeltlábúakon, melyek testének izeltsége többnyire igen élesen s az állat külsején is könnyen felismerhető módon van kifejlődve. A bogár teste hátulsó tájának például, a különböző vegetatív szerveket rejtő potrohnak ízei igen jól megkülönböztethető külön gyűrűk alakjában vannak meg, de a helyváltoztatás centrumának, a potroh előtti tornak három íze már oly szorosan van egymással egyesülve, hogy felületes megtekintéskor könnyen tarthatnók egészen eggyé forradottaknak; a legmellső testtáj, a fej végre, mely a bogár garatfeletti meg alatti dúczpárját (azaz agyvelejét) rejtí magában s a felsőbb rendű külérzékli szerveket meg az evő szerszámókat viseli, s e szerint az értelemnek, érzékelésnek, meg az evésnek a centruma: a legpontosabb megvizsgálásra is egyetlen nagy íznek látszik, s csak ha ismerjük az ízek architekturáját, mely arra tanít, hogy egy-egy testtizen csakis egyetlen hasoldali függelék-pár fordulhat elő s hogy egy íze csak egy dúczpár eshetik, jutunk annak az igazságnak a felismerésére, hogy a bogár feje voltaképen nem egyetlen sajátosságosan ala-

kult és megnagyobbodott testiz, hanem több, legalább is négy külön íznek felel meg, melyek tökéletesen egyéforradtak.

A gerinczes állatoknak az izeltlábúakkal ugyan nincsen semmi közük, semmi közelebbi rokonságuk, abban azonban meg egyezik architektúrájuk az izeltlábúakéval, hogy testők szintén ízekből van felépítve. Az izeltség a gerinczesek külsején ugyan elmosódott, s alig ismerhető fel, mint például az izeltlábúak körében a póknak a testén is; de felismerhető a test belső szerkezeti viszonyain. Az ideg-, edény- és izomrendszerek bizonyos sajátosságaira csakis a leplezve meglevő izeltség adja meg a magyarázatot; a belső vázon pedig, de különösen alapi részén, a gerincoszlopon, mely a test szilárd tengelyét képezi, és a gerinczvelőt foglalja magában, első pillanatra felismerhető az izeltség: az egyes csigolyák ugyanis nem egyebek, mint ennek a szilárd tengelynek az ízei.

Valamely gerinczesnek, például emlősnek kikészített csontvázát kissé közelebből meglekintve, azt találjuk, hogy az egyes csigolyák a fark hegyétől egész a fejig jól felismerhetőek. Az, hogy a gerincoszlop különböző tájain a csigolyák nagyságukat, nyulványait, függelékeit tekintve, egymástól különböznek, alig fog meglepni; mert hiszen minden más felsőbbrendű izelt állat testízei is különböznek a testtájak szerint, a mi kétségkívül a munka-megosztás elvének realizálódásával áll a legszorosabb kapcsolatban. De az sem lephet meg, hogy a fark előtt, a kereszttájón több csigolya szorosan összenőtt egymással, mert könnyen belátható, hogy ezt a szilárd összefüggést

a csipőcsontok, illetőleg a csipővel ízesülő hátulsó végtagok rögzítődésének szükséges volta vonta maga után. Ime, a delfinnek hátsó végtagjai hiányzanak s ezzel kapcsolatban keresztájtji csigolyái sincsenek összenőve, — az ok elenyészvén, az okozat is megszűnt.

Egészen más képet nyújt a test legmellső tája, a fej, mely egyfelől szilárd tok a gerinczvelővel összefüggő agyvelő számára, másfelől üregeket tartalmaz a felső külérzések számára, végül pedig az arcnak vázából, valamint az állkapcsokat és szájpadatot képező csontokból áll; mindezekhez hozzájárul még a nyelv gyökerét elfogadó szakcsont (nyelvcsont) s a halaknál még a kopolyukat viselő ívek, melyek a koponyával az arc-, állkapocs- és szájpadcsonthoz lázabb összeköttetésben állanak.

A fej vázrészzeinek eredeti morfológiai értéke mélyen el van leplezve s azt első pillanatra alig lehet felismerni. Ha azonban figyelembe vesszük azt, a mit fentebb a rovarok toráról, fejről, meg az emlősök keresztcsontjáról mondtunk: mindenesetre valószínűnek fog látszani az a feltevés, hogy a gerincoszlop legmellső táját mintegy megkoronázó fejrésznek szintén csigolyákból kellett alakulnia.

A csigolyák testéből tudvalevőleg egymás felé hajló ívek emelkednek a hátoldal felé, melyek egyenként hézagot, az egymásután következő csigolyák ívei pedig csatornát foglalnak körül, melyen a gerincvelő fut végig, ez pedig a koponya hátsó nyílásán át az agyvelővel áll közvetlen összefüggésben. — Ha az agyvelő közvetlen folytatása a gerinczvelőnek s ennek csak sajátágosan módosult és magasfokú fejlődésre jutott részlete — mit minden kétség fölé emel az, hogy a legalsóbb gerinczesnek, a lándzsahalnak, gerinczeleje egész lefutásában egyforma s elején még nincsen agyvelővé módosulva — úgy bizonyára jogosult az a feltevés, hogy a gerinczvelőnek agyvelővé fejlődött elejét körülvevő tok is módosult csigolyákból alakult. A koponya fenekét a módosult csigolyák testei, a koponya oldalait és tetejét pedig a módosult csigolyaívek s a csigolyák haránt, ferde és tövisnyulványai képezik.

A csigolyáknak, legalább a gerincoszlop bizonyos tájain, vannak sajátágos ívszerű hasoldali függelékei — a bordák. Az épen előadott eszmemenetet tovább fűzve, igen valószínűnek fog látszani, hogy a fejrésznek hasoldali függelékei szintén nem egyebek módosult bordáknál; a fejrészhez tartozó hátsó függelékeken, a szakcsont szarvain meg a halak kopolyúívein a bordák csakugyan könnyen felismerhetők.

A fejrész csigolyákból való összetételének elméletét, melynek eszméje először ez előtt mintegy száz évvel egy svájci orvos-

nak, J. Peter Frank-nak, villant meg agyában, a jelen század elején egymástól egészen függetlenül a németek nagy költője, Goethe, ki előszeretettel mélyedtt összehasonlító csonttani tanulmányokba, s a német természetbölcséleti iskolának legszellemesebb képviselője, Oken, alapította meg, s Bojanus, Meckel, C. G. Carus, Blainville, Dugès, főleg pedig Owen fejlesztette tovább.

A Goethe-Oken-féle elmélet, mely szerint a fej váza négy csigolyából s ezeknek függelékes részeiből, bordáiból alakult s a mely a tudomány azon időbeli állása szerint szabatosan kifejtve olvasható Margó Tivadar-nak »A tudományos állattan kézikönyve« című munkájában (109—113 l.), a hatvanas évekig valóságos fénypontját képezte a különben is vonzó — mert eszméket ébresztő — összehasonlító csonttannak. Ellenzői nem hiányoztak ugyan soha sem, de az előző kételkedőknél hatalmasabb ellenzője akadt Huxley személyében, ki alapos és megdönthetetlen érveléssel mutatta ki a csábító elmélet tartathatlanságát.

Hogy valamely morfológiai elméletet igaznak tartsunk, ennek két alapfeltétele van: először is mulhatatlanul szükséges, hogy támaszt és megerősítést nyerjen a fejlődéstanban, másodszor pedig a felsőbb szervezeteknek az ugyanazon törzsbeli alsóbb szervezetekkel való összehasonlítás eredményében.

Ezen állítás helyességének bebizonyítására szolgáljon a következő példa:

Savigny megpendítette, Richardson pedig tovább fejlesztette azt az eszmét, hogy a rovarok szájrészei nem egyebek, mint módosult végtagok. S a fejlődéstan csakugyan azt bizonyítja, hogy mindazok a változatos alakú és szerkezetű evőszerszámok, melyek majd rágásra, majd szívásra, majd szúrásra, majd ismét nyalásra szolgálnak, s melyeket röviden a rovarok szájrészeinek nevezünk, egészen úgy indulnak fejlődésnek, mint a végtagok. Az összehasonlítás pedig azt tanítja, hogy a rovarok szájrészeivel homológ szervek más osztályokba tartozó ízeltlábúaknál valóságos lábak: a rovarok harmadik szájrészének például a pókok első lábárja felel meg, a skorpiónak pedig ez előtt még egy hatalmas ollós lába van, mely a rovarok szájrészei második párjával homológ; a rákok változatos osztályában pedig a rovarok szájrészeinek és torlábainak megfelelő függelékek, hol szájrészek, hol meg lábak vagy evezők.

A négy fejcsigolyáról szóló elmélet a fentebbi követelmények egyikének sem felel meg. A fejlődéstan ugyanis azt tanítja, hogy a koponyán fejlődésének korai szakában korántsem különböztethető meg az a négy

látszólagos csigolya, melyet az elmélet meg-alapítói felismerni véltek: a koponya, fejlődésének kezdetén, minden izeltséget nélkülöző hártás, majd elporczosodó tok (elsőleges koponya). Az alsóbb gerinczes állatok koponyájának a felsőbbekével való összehasonlítása pedig másfelől azt bizonyítja, hogy a koponya izeletlen volta felel meg az eredeti állapotnak: bizonyos halaknak, melyek a gerinczesek törzsének bizonyára igen korai hajtásai, a csápáknak meg a tokféléknek koponyája állandóan megmarad az eredeti állapotban, azaz a kifejlődött állat is izeltség nélküli porczos tok.

A tokféléknek az összehasonlításba való belevonása továbbá arra is a leghatározottabban megadja a feleletet, hogy voltaképpen mi az értékök azoknak a vázrészeknek, melyekben a felsőbb gerinczeseken a négy fejcsigolyának részeit vélték felismerhetni. Ezeknek a halaknak a porczos koponyája ugyanis tetején és oldalt csonttáblákból álló héjjal vagy pánczéllal van bekérgezve, a melynek egyes táblái — mint erről a tok vagy kecsge figyelmes megtekintése könnyen meggyőzhet — nem egyebek, mint bőrcsontok, módosult pikkelyek. De a tüzetesebb összehasonlítás arról is könnyen meggyőzhet, hogy ezek a módosult pikkelyek, alakjokat s csoportosulásukat tekintve, megegyeznek a felsőbb gerinczesek koponyájának tetejét és oldalait képező csontokkal, melyek állítólag csigolyáknak az alkatrészei. A fejlődésnek pedig azt a sejtelmet, hogy itt homológ képletekkel van dolgunk, teljes bizonyosságra emeli; mert arra az eredményre jut, hogy a koponyát körülzáró csontok a köztakaró mélyebb rétegében képződő fedőcsontok, bőrcsontok, melyeknek a csigolyákhoz semmi közük s a melyek csak másodlagosan nyomják el a porczos koponyát s lépnek a helyébe. A csápa, a tok és az emlős koponyája a fokozatosan haladó fejlődésnek láncolatát képezi s éles világosságot vet arra a kétségbevonhatatlan igazságra, hogy a felsőbb állatok szervezetének ismerete az alsóbbaké nélkül épen oly lehetetlen valamint, lehetetlen a kész állatot a fejlődésben levő nélkül megértenünk.

Az elmondottakat összegezve, arra az eredményre jutunk, hogy kezdetben valamennyi gerinczes koponyája — a koponyátlan lándzsahalat természetesen figyelmen kívül hagyva — teljesen izeletlen hártás, majd porczos tok, s az utóbbi állapotban meg is marad a csápáké s egyéb őshalaké; a tokfélék eme megmaradó porczos koponyáját bőrcsontokból alakult héj kérgezi be; az emlősöknél végre a bőrcsontok az elsőleges koponyát a kifejlődés menetében elnyomják s helyébe lépnek. Nagyjában ugyanaz áll a többi csontváz

gerinczesekről is, csak hogy az alsóbbaknál, nevezetesen a csontos halaknál és kétélűeknél a porczos elsőleges koponyának kisebb-nagyobb részletei állandóan megmaradnak, úgy hogy ezek az egészen csontos koponyájú gerinczesek és a tokfélék között mintegy közepett állanak s a sorozatot szakadatlan lánczolatá egészítik ki.

Mindezek pedig meggyőző erővel szólnak a mellett, hogy a koponya abból a négy állítólagos csigolyából, melynek alkotórészeit — a dolog végére járva — módosult pikkelyeknek kellett tartanunk, össze-téve nem lehet s hogy Huxley jogosan állíthatta, hogy *egyetlen koponyacsontot sem lehet módosult csigolyának tekintenünk, s hogy a koponya ép oly kevésbé tartható módosult gerincoszlopnak, valamint a gerincoszlop nem tartható módosult koponyának.*

Ámde — miként tárgyalásunk kezdetén kifejezni igyekeztünk — minden analógia a mellett szól, hogy az eszme, mely a fejcsigolya-elmélet megalapítói előtt lebegett, helyes. S az eredeti alakjában megczáfolt elmélet elvetése után újra és jogosan merült fel az a kérdés, vajjon csakugyan nincsen-e az elméleti szempontból kifogás alá nem vonható nézetnek reális alapja?

Az újra meginduló kutatásnak a tév-útra vezető csapást természetesen el kellett hagynia s arra kellett törekednie, hogy a czélt egészen más pontból kiindulva közelíthesse meg.

Gegenbaur volt az, ki ily egészen új irányból kiinduló bűvárkodás terére lépett s kinek úttörő dolgozatai a nehéz problémát alig gyanított fényes sikerrel oldották meg.

Gegenbaur abból a nézetből indul ki, hogy valamely testtájnak izeltsége nem csupán a gerincoszlop izeltségében nyilvánul, mely másodlagosan egészen a felismerhetetlenségig elmosódhatott, hanem egyszersmind felismerhető azokon a hasoldali ívpárokban, melyek a gerincoszlop-ízeknek, azaz a csigolyáknak bordaszerű függelékei; felismerhető továbbá a fő idegtörzsek closzolásán.

Az ezen viszonyok tekintetbe vételével végezett beható vizsgálatok tárgyát természetesen nem képezhették többé emlős állatok, melyeknél az eredeti állapotnak okvetlenül igen lényeges módosulást kellett szenvednie, hanem porczos halak, nevezetesen csápák, a melyeknek tanulmányozása tudvalevőleg a gerinczesek boncztanának már oly sok más homályos pontjára vetett világosságot.

Ismeretes az a szabály, hogy minden csigolyához egy-egy alsó ívszár tartozik. A csápáknak aránylag igen egyszerű szerkezetű fejjázán az ajakporczoktól kezdve az



utolsó kopoltyúívig *kilencz* pár ily ivsárat lehet megkülönböztetni; ebből pedig az következik, hogy a koponyában legalább is ugyanannyi csigolyának kell lappangani, azaz, hogy a fej *kilencznél* semmi esetre sem kevesebb testtá összeolvadásából keletkezett.

Az agyvelőből eredő idegek bizonyító erejére áttérve, mindenekelőtt emlékeztünkbe kell idéznünk, hogy az agyvelő nem lehet egyéb, mint a gerinczvelőnek a koponyába zárt, módosult részlete. Ha ezt a tételt, melynek helyessége alig vonható kétségbe, elfogadjuk: önkényt következik, hogy az agyvelőből eredő idegeknek, a melyek módosult gerinczvelői idegeknek felelnek meg, ugyanolyan módon kell eloszolva lenniök, mint a gerinczvelői idegeknek. Ez utóbbiakról pedig tudjuk, hogy eloszlásuknak típusa abban áll, hogy minden csigolyatestnek megfelelő gerinczvelői részletből egy-egy idegpár ered, mely egy hátoldali meg egy hasoldali főágra oszolva, az illető testtízet látja el. Ugyanílyen eloszlásnak kell okvetetlenül lappangani az agyvelői idegek elágazásában is. Gegenbaur vizsgálatainak fénypontját annak a tételnek nagy elméiellal való kimutatása képezi, hogy az agyvelői idegek — az első és második idegpár, azaz a szagló- és látóideg kivételével, melyek magának az agyvelőnek módosult részei — úgy eredetöket, mint elágazásukat tekintve, módosult gerinczvelői idegeknek felelnek meg. Ezeknek a módosult gerinczvelői idegeknek a száma pedig ismét *kilencz pár*, tehát ugyanannyi, a mennyi alsó ivsár van, azaz a mennyi csigolya rejlik a koponyában.

Gegenbaur felfogása hatalmas tá-

maszt nyert a fej őszíneinek felfedezésében, mely Balfour, Milnes Marshall, Goette, Wijhe és Froriep legújabb fejlődéstani búvárkodásainak egyik messzevágó eredménye. Ezek a vizsgálatok a fejnek és törzsnek a fejlődés bizonyos korai szakán való megegyezését határozottan megállapították, kimutatván, hogy a chorda dorsalisnak és az idegsőnek feji részlete mellett *kilencz pár ősta* (öscsigolyalemez) különül el, úgy hogy a fej a fejlődésnek azon korai szakán, midőn a gerinczszlopoknak és fejszáznak még nyoma sincsen, ideiglenesen tényleg épen úgy van izelve, mint a törzs; csakhogy a fej ízei a fejlődés további menetében csakhamar egygyólvadnak s elenyésznek, úgy hogy a kifejlődött állaton csak az izekhez tartozó alsó ivsárák, meg az agyvelőből eredő idegek eloszlása jelzi még az eredetileg megvolt állapotot, míg a törzs ízei állandóan megmaradnak s tovább fejlődnek.

Visszapillantva mindazokra, a miket itt vázolni megkísértettünk s a mik oly tanulságosan illusztrálják azt, hogy tévedések jelölik mindenütt az utat, melyen az emberiség az igazság keresésében haladt, arra a végeredményre jutunk, hogy az a négy csigolya, melyből a koponyát régebben összetettnek képzelették, nem létezik; továbbá arra, hogy az újabb összehasonlító boncztan és fejlődéstan a fejcsigolya-elmélet megalapításnak aseniális eszméjét helyesnek bizonyította; azoknak az izeknek a száma azonban, a melyek a fejbe beleolvadtak, sokkal nagyobb mint korábban hitték: nem négy, hanem legalább is kilencz.

DR. ENTZ GÉZA.

## V. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

### I.

**A növények chemotaktikai helyváltoztató mozgásai.** A növények életműködése a külvilág hatásaitól függ. A külvilág szolgáltatja táplálékjokat s a külvilág foglalja magában mindazon körülményeket, melyek a szervezet sajátlagos fejlődését s működését lehetségessé teszik. Életében a növény is, a környező viszonyok változása következtében, sokféle ingerlő hatásnak van kitéve, melyekre, érzékenységeinek foka s cselekvő képessége szerint, mozgással vagy más egyéb folyamatokkal válaszol.

Ismeretes, hogy mind az imponderabilitási, mind az anyagi testek hozhatnak ingert létre. Az imponderabilitási közül egyedül a mágnességről nem sikerült ingerlő hatást kimutatni, ellenben a fény s a meleg sok efféle hatásáról van tudomásunk. Az is régóta ismeretes, hogy az elektromos kitérítések ingerlőleg hatnak a Mimosa pudicára.

A Föld vonzó ereje (geotropizmus) okozta (geotropikus) elgörbüléseket már a növényélettan legrégibb művelői is ismerték, ellenben a szilárd testek érintkezésének vagy lökésének ingerétől okozott mozgásokat — minők pl. a Mimosa pudicán, a Cynareák porzószálain, a kacsokon stb. fordulnak elő — csak az újabb kutatások ismertették meg. Az ilyen inger okozta mozgásokhoz hasonlíthatnak a környező levegő nedvességi különbségeitől okozott hidrotropikus s a ható szernek chemiai minőségétől függő hatások, mely utóbbiakat chemiai ingerek neve alá foglalhatjuk egybe. A chemiai inger hatása kitünően mutatkozik az u. n. húsevő növényeken, melyeknél bámulatosan csekély mennyiségű anyag elégséges a hatás előidézésére.\*

\* Klein Gyula. A rovarrevő növényekről. Népszerű természettudományi előadások gyűjteménye. I. kötet, 2. füzet.

A növény, illetőleg a szerv speciális tulajdonságától függ, hogy valamely hatószert ingerként működjék, s hogy a hatást valamilyen folyamat kövesse is. Némely inger pl. a növekedést gyorsítja vagy lassítja, mások ellenben görbüléseket idéznek elő, melyek vagy a szervtől függő síkba esnek, mint pl. az érzékenél, vagy pedig az inger hatásának irányát követik, mint a heliotropizmusnál és a geotropizmusnál.

Olyan mozgásokat, melyeknek térbeli iránya az inger hatásának irányától függ, nemcsak a helyváltoztatásra képes, hanem a helyváltoztatásra képtelen növények is tanúsítanak. E tekintetben tudjuk, hogy sok mozgást rajzolja az oldallagos világításra a fényforrás irányában vagy vele ellentétes irányban mozog és hogy a myxomyceták plazmódiumjai a fényvel ellentett irányban mozognak. Különben a fény a hátyával körülvevő plazma-testeket is mozgásra ingerelheti a sejt üregén belől.

A helyváltoztatásra képes szervezetek épügy, mint más növények, a legkülönbözőbb ingereket megérik. Ezek közül ez alkalommal csak azokat vesszük szemügyre, melyek a növények térbeli irányát megszabják, vagyis melyek a mozgás irányát hatásuk irányától teszik függővé. Ilyen az az Engelmanntól megállapított tény is, hogy a baktériumok és ázálék-állatkák oxigénben szűkölködő vízben a légbuborékok felé mozognak. S noha az ondószálacskák, hasadó gombák s némely élősdigomba rajzó sejtjein tett megfigyelések efféle irányhatározó ingerhatásokat sejtettek is, mégis ezekről jó ideig semmit sem tudunk bővebben, mert a megfigyelők legtöbbje megelégedett a tény megállapításával. Ide sorolható a Fucus-félék petesejtje s ondószálacskája közötti vonzódás, melyet Thuret derített fel, továbbá a Strassburger megállapította tény, hogy a harasztok s a Marsilia archegóniumának nyálkájából kiömlő anyag az ondószálacskákat magához vonzza, mit már Hanstein is tapasztalt, s végre ide sorolható a bakteriumoknak a táplálékjok körül való gyülekezése.

Mindezek azonban inkább csak sejtelmek voltak; magyarázatukat csak Pfeffer adta az újabb növényélettani munkák közt legérdekesebb s legfontosabb értekezéseiben.\* Ezek nyomán közlöm az alábbiakban a növényéletben ez érdekes jelenségeinek ismertetését.

Hofmeister volt az első, ki az ondószálacskáknak a nyitott archegóniumba való

behatolását látta, de az archegóniumból kiömlő nyálka vonzását nem vette észre. Ezt Strassburger megfigyelései állapították meg. Ezek nyomán indult Pfeffer is s vizsgálatait a Ceratopteris thalictroides, Pteris serrulata és Adiantum Capillus Veneris prothalliumjain (előtelepein) végezte.

Eme növények kellőképpen fejlődött előtelepeinek archegóniumjai vízbe jutva, 10–30 perc múlva felnyílnak és zavaros szemcsés tartalmukat egyszerre bizonyos erővel kiöklölik. A nyálka az archegónium nyílása előtt marad s lassanként feldagad. Ha a felnyitott archegóniumhoz (női ivarszervhez) az ugyancsak az előtelepen levő antheridiumokból (hím ivarszervekből) a vízben kiszabadult ondószálacskák közelednek, a nyálkától útjokból eltérítettek; eleinte megkerülik, néha tőle el is távolodnak, de nagyrészt bele nyomódnak és pedig lassú mozgással. A nyálka tömegén keresztül haladva, az archegónium nyílásába s a csatornán át az archegónium hasi részében levő petesejthez jutnak.

A folyamat lefolyása világosan elárulja, hogy a nyálkatömeg vonzza az ondószálacskákat. Azonban nem maga a nyálka szüli ezt a vonzást, hanem a nyálkában levő könnyű, diffundáló anyag az, a mely ingerlőleg hat az ondószálacskákra. Ha ugyanis a nyálkát huzamosabb ideig hagyjuk az archegónium előtt, akkor az hosszabb-rövidebb (30–50 percznyi) idő elteltével már többé nem ingerli az ondószálacskákat.

E nyálkában levő ható anyagról Pfeffer kimutatta, ha nem is közvetlenül, hogy az almasav az, vagy az almasavval analóg módon ható anyag. Ha a felnyitott archegóniumokat valamely almasavas só tömény oldatába tesszük, a kiváló nyálka nem vonzza az ondószálacskákat. Feltéve, hogy a hatóanyag csakugyan almasav, az archegóniumban levő százalékos tartalmát is közelítőleg meg lehet határozni, ha kikutatjuk, hogy az archegóniumot környező folyadék minő almasav-tartalom mellett vonzza még a kiszabadult ondószálacskákat. Pfeffer ez úton kimutatta, hogy az archegóniumnak ez az almasav-tartalma közel 0.3 százalék. Megjegyzendő, hogy az almasav vagy egészen vagy részben bázisokhoz van kötve.

Ha a nyálka maga nem is vonzza az ondószálacskákat, azért mégis megkönnyíti az archegónium nyílásába jutásukat, először is azzal, hogy a nyálkában az ondószálacskák lassabban haladnak a nyílás felé s így a nyílás széléhez való ütdődéskor nem pattannak vissza, mint akkor tennék, ha gyors

\* Dr. Herm. J. Klein. Die Fortschritte der Botanik Köln u. Leipzig 1885. 82. I.

Dr. W. Pfeffer. Locomotorische Richtungsbewegungen durch chemische Reize. Berichte d. deutsch. bot. Gesellschaft. Berlin 1883. 524–533. I. — U. a.

Unters. a. d. bot. Institut zu Tübingen. Leipzig 1884. I. k. 363–482. — Ueber chemotaktische Bewegungen von Bacterien, Flagellaten u. Volvocineen. Unters. a. d. bot. Inst. zu Tübingen. Leipzig. 1888. II. k. 582–662. I.

san haladva ütközzenék a nyílás széléhez, másodsor azzal, hogy a nyálka megakadályozza az almasavnak a környező folyadékban való gyors eloszlását. Ez is javára van az archegóniumnak, mert 12 mikromilliméter átmérőjű nyílása máskülönbén elég gyors kiömlést enged.

Az archegónium hasi részébe jutott ondószálcskák közül egyik vagy a másik a petesejt fogamzó foltjához tapad és saját tengelye körül forogva lassan benyomul a petesejtbe, megnyugszik s lassanként eltűnik a petesejt tömegében — úgy a mint azt Strassburger leírta. Pfeffer e folyamatot közelebb nem vizsgálta, de megfigyelése azt a benyomást keltette benne, mintha a petesejt fogamzó foltja az ondószálcskákat vonzaná; a mi valószínű volna az esetben, ha e folton annyi almasav szivárgná át, a mennyi az ondószálcskát további mozgásra ingerelné. Más ondószálcskák benyomulását pedig megakadályozná az, hogy az első ondósejt benyomulása a foltot összeállóbba tenné, vagy pedig hogy az almasav diozmóza megszűnne. Pfeffer e magyarázata most még csak feltételes.

Az almasav tehát valamennyi haraszt ondószálcskáira ingerlőleg hat. Ép így ingerlőleg hat az archegóniumból kiömlő nyálka nemcsak ugyanazon faj, de más fajok ondószálcskáira is, sőt az archegónium csatornája idegen fajok ondószálcskáit is benyomulhatnak. Így Pfeffer látta, hogy a *Blechnum fraxineum* és *Adiantum cuneatum* ondószálcskáit a *Pteris serrulata*, *Adiantum Capillus Veneris* és a *Ceratopteris thalictroides* archegóniumába benyomulnak. Annyi bizonyos, hogy az idegen ondószálcskáknak valamely faj archegóniumába való benyomulását semmiféle mechanikai szerkezet nem akadályozza. Ellenben az almasav ingerlő hatását követő *Selaginella erythropus* ondószálcskáit nem jutnak be az *Adiantum Capillus Veneris* archegóniumába, noha a kiömlő nyálkától vonzatnak. Azért nem, mert ez ondószálcskák mozgásának ereje nem elegendő arra, hogy magukat a nyálkatömegben keresztül dolgozzák.

Pfeffer e tapasztalatoktól indítva, közelebből megvizsgálta az almasav okozta inger hatását. E vizsgálatok oly érdekesek s oly könnyen ismételhetők, hogy szükségesnek tartom rövid megismertetésüket.

Az almasav ingerhatásáról nagyon könnyű meggyőződni olyformán, hogy ezen anyagnak vagy valamely sójának oldatát egyik végén zárt hajszálnyi üvegcsőbe töltjük s a cső száját vízbe mártjuk, melyben az ondószálcskák mozognak. Ha a hajszálcsőben levő folyadékban 0.01 százalék almasav van, az ondószálcskák csakhamar a cső nyílása felé közelednek s 5—10 perc eltelté után százával hemzsegnék a hajszál-

csőben, föltéve, hogy a vízben kellő mennyiségben jelen vannak. És hogy csakugyan az almasav teszi itt a hatást, arról könnyű meggyőződést szerezni. Nem kell egyebet tenni, mint egy másik hajszálcsövet, melyben víz vagy valamely más folyadék van, a vízbe állítani ugyanazon időben. Ebbe egyetlen egy ondószálcska sem hatol be, ha csak véletlenségből nem.

A Pfeffer használta hajszálcsövek 7—12 milliméter hosszúak voltak, s belső világuk 0.1—0.14 mm. átmérőjű, noha hosszabb vagy nagyobb átmérőjű hajszálcsövekkel is, lényegében véve, hasonló eredményeket lehet elérni. A hajszálcsöveket a megfelelő folyadékkal telt csészébe helyezte s a lég-szivattyú harangja alatt töltötte meg. A harasztok előtelepét nagyon könnyű megszerezni, hiszen alig van üvegház, melyben a harasztoknak a cserepekre hullatott spóráiból ne fejlődne ilyenek. A fiatal előtelepet néhány napig mérsékelt nedvességben tartjuk s azután az esetleg rajtok levő idegen anyagoktól esővízzel (de nem tisztított vízzel, a mi károsan hat az ondószálcskákra) lemoszuk s úgy helyezzük a papírral kevésbé emelt fedőüveg alá a vízbe, a melyben az antheridiumok már rövid idő múlva felrepednek s az ondószálcskák kiszabadulnak.

A harasztok ondószálcskája, a vízbe jutva, kúpalakú, s mint valami dugóhúzó, 2—4 csavarmenetű, hátsó végén meg van vastagodva, előlő végén pedig csillangos\*. Ezeknek a csillangóknak élénk játéka hozza mozgásba. E mozgás közben a közönséges szobahőmérsékletben 15—30 mikromilliméternyi utat tesznek meg egy másodperc alatt.

Az almasav ingerhatásának közelebbi vizsgálatát Pfeffer olyan hajszálcsövekben végezte, melyeknek almasav-tartalma (0.01—0.5 százalék) nátronnal volt semlegesítve. Ha az ilyen hajszálcsövet a vízben rajzolt ondószálcskákhöz tesszük, — a hajszálcső közelében levő ondószálcsákon az inger hatása úgy nyilatkozik, hogy meglevő mozgási irányukból hirtelen a hajszálcső nyílása felé térnek, s azután beléveeznek. A hajszálcsőből kiáramló almasav szivárgási kör-

\* A magyar biológusok a ciliákat eleinte csilláknak nevezték s később, talán mikor megtudták, hogy ez a szó Szeged tájékán vékony szárú kis sásfajt jelent, csilló-ra próbálták változtatni. Ránk ez a csonkasága miatt érthetetlen csilló olyan különös benyomást tesz, mintha a pilla, pillangó és pille mellé valaki még egy pilló szót is akarna csinálni. A csillang élő igéből képezett csillangó, azt hisszük, jobban kifejezi, a mit biológusaink rajta értetni akarnak, t. i. azt a csillamló mozgást, a mi a ciliákat jellemzi. Szerk.

nyékébe jutott ondószálacskák a hatás alatt vagy hirtelen fordulnak, vagy kerülősen térnek a hajsziálcso nyílása felé, sőt egyes esetekben a hatás első pillanatában 1—2 másodpercig határozatlanul ideoda futkosnak. Az almasav ingerhatása alatt sem szünetel a csillangók mozgása, sőt az ondószálacskák csavaros teste sem változtatja meg alakját.

Természetes, hogy az ondószálacskának az ilyen ingerhatás okozta mozgásában sok véletlenség is előfordulhat; de azért a tipikus jelenségek félre nem ismerhetők. Lényegük magyarázata az almasav előrehaladó diffúziójában és azon viszonyban keresendő, mely az inger nagysága és a visszahatás erőssége közt áll fenn. Jól megjegyezzük, hogy homogén almasav-oldatban az ondószálacskák ép úgy mint a vízben egyenletesen oszlanak el, vagyis az almasavnak csakis változó tömörsége mellett van speciálisan ingerlő hatása az ondószálacskák irányára, ép úgy, mint a fény is csak egyoldali világításakor hoz létre heliotropikus és phototaktikus mozgásokat. S mint minden hatószernél, az almasavnál is bizonyos erősséggel kell bírnia az ingernek, ha észrevehető visszahatást akarunk elérni. Az inger jelentkezésének határesetek akkor áll be, ha a hajsziálcso 0'001 százalékos almasav-oldattal van megtöltve.

A mozgásban kifejezésre jutott érzés azonban lassabban növekszik, mint a növekvő inger; s ebben analóg viszony van, mint a Weber-féle törvényben az inger s az érzés közt. Ezt úgyis formulázhatjuk, hogy mialatt az inger geometriai, addig az érzékenység aritmetikai arányban növekszik, vagyis, hogy két inger közti különbség egyenlő mértékben válik érzhetővé, ha az inger s érzékenység közti viszony változatlan. Ha az ondószálacskák almasav-oldatban vannak, a hajsziálcsovel elérendő hatásra a hajsziálcsoben levő folyadéknak nagyobb tömörségűnek kell lenni, mint egyébkor. S tényleg, ha az ondószálacskák 0'005 százalékos folyadékban vannak, a még észrevehető hatás előidézésére 0'015 százalékos oldatra van szükség, vagyis kell, hogy az oldatok tömörsége oly viszonyban legyen, mint 1 a 30-hoz. E viszony magyarázza meg azt is, hogy sokszor a hajsziálcso nyílásának szivárgódási környékébe jutott ondószálacskák nem futnak be a hajsziálcso-be, mert ilyenkor eme környék s a hajsziálcso tartalma közt nincs meg a szükséges tömörségi viszony. Az almasav tehát, ha minden oldalról körülveszi is az ondószálacskákat, bizonyos hatással van rájuk, a mennyiben az almasav iránti abszolút érzékenységüket alábbszállítja. Ez esetben csak nagyobb tömörségű oldatok hathatnak rájuk.

Az inger hatása, mint már említettem, csak akkor érvényesül, ha az inger bizonyos

nagyságot ér el. E hatás legelső fokát, vagyis a küszöböt elérjük az almasavnál akkor, ha a vízbe mártott hajsziálcso 0'001 százalék almasav-oldatot tartalmaz. Még inkább hígított oldatoknál, pl. 0'0008 és 0'0005 százalékosoknál ugyan szinten előfordul még valamelyes gyenge vagy határozatlan vonzás. Az ondószálacskák érzékenységében különben individuális különbségek is mutatkoznak; legérzékenyebbeknek látszanak általában az élénken mozgó; ellenben a lomhán mozgó még 0'005 százalékos oldatokkal szemben is érzéketlenek. De nemcsak az individualitás, de még fajok szerint is változik az érzékenység, úgy hogy pl. a Pteris serrulatánál a küszöböt 0'001, a Ceratopteris thalicroidesnél 0'005 százalékos oldatnál érjük el.

Pfeffer az almasavon kívül sok más anyag hatását is megvizsgálta; azonban csakis az almasav, továbbá az almasav száraz leparálásakor a fumasav mellett keletkező maleinsav volt hatással az ondószálacskákra.

Az ondószálacskák ingerlésére szükséges almasav mennyiségének bámulatos csekélynek kell lenni, mert már a hígított oldatnak hajsziálcso-beli csekély mennyisége is hatással van az ondószálacskák mozgásának irányára. Így pl. Pfeffer akkor is látott hatást, a midőn egy 0'06 mm. átmérőjű hajsziálcso-ban az 0'001 százalékos almasav-oldat 1 mm. hosszú folyadékoszlopot képezett, midőn tehát a hajsziálcso-ban 0'00284 mgr. folyadék volt, a melyben 0'000000284 mgr., tehát 1 mgr.-nak 36 milliomod része volt csak az almasav. E mennyiségnek is azonban csak egy kis töredéke, valószínűen csak az ezredrésze érintkezett az ondószálacskával. De hogy e csekély mennyiségek felől tájékozódva lehessünk, az ondószálacskák nagyságával kell azokat összehasonlítani. Így kitűnik, hogy az ondószálacskákhoz képest e mennyiségek még sem oly csekélyek. Az oly kúp térfogata, mely, mint az ondószálacskák, 0'015 mm. magas és 0'008 mm. széles, 0'000,00025 vagyis  $\frac{1}{4}$  milliomod köbmilliméter. Ha a térfogat tömegéül  $\frac{1}{4}$  milliomod mgrt veszünk, úgy az ondószálacskák csak 9-szer nehezebb, mint a hajsziálcso-be foglalt összes almasav. S ha ebből már  $\frac{1}{10000}$  rész elégséges az ondószálacskák ingerlésére, úgy ez relative még mindig nagyobb mennyiség, mint 0'03 grm. morphium az ember testének súlyához képest, a mely mennyiség tudvalevőleg már is erősen hat a szervezetre.

Pfeffer becseskedő kísérleteket tett az almasavhoz kevert egyéb anyagokkal is s azt tapasztalta, hogy az ondószálacskák savas és alkalikus, továbbá nagyon tömött oldatokkal szemben is érzékenyek s a szilárd testekkel való érintkezés rájuk ingerképen hat. Csakhogy a nevezett oldatok

tasztító hatásúak, s úgy látszik, hogy e tasztítás óvja meg az ondószálacsákákat az ő halálós hatásuktól. Az almasav-oldat tömötségével a vonzó hatás alább száll s a nagyon is tömött oldatok tasztító hatásúak, vagyis e tekintetben az inger vonzó hatásának van egy kedvező maximuma, melyet a növényéletlen szolás módja szerint optimumnak nevezhetünk.

Vajjon az egész ondószálacska vagy csak egyes részei érzékenyek-e az almasav iránt, még eddig nincs megoldva, noha valószínűnek látszik, hogy a csillangók azok, melyek érzékenyek, minthogy ezek végeznek az inger okozta mozgásokat. Megoldatlan még az is, vajjon miért s miként hat épen az almasav ingerlőleg?

Pfeffer a mozgásra képesített növényi s részben állati szervezeteknek az ilyen chemiai inger okozta reakcióit *chemotaxisnak* nevezi s megkülönböztet pozitív és negatív chemotaxist, s mennyiben a chemiai inger vonzó s tasztító hatást idézhet elő.

Pfeffer ez irányban továbbfolytatta kísérleteit s kiterjeszkedett más állatokra s növényekre s. növényi szervekre is.

Így a virágotömlőknek a magrügyek felé való növekedését is tanulmányozta, de e részben nem ért el eredményt, mert a pollentömlőkön sem a hidrotropismus, sem a heliotropismus, sem az érintő inger hatása, sőt a chemiai inger hatása sem mutatkozik. Egyes kísérletek azonban azt sejtetik, hogy pl. az Orchisoknál — melyeken a növekedés irányát befolyásoló tényezők elég meggyőzően előtűnnek — a magrügytől kiinduló ingert talán gázalakú testek közletik. A *Gentiana lutea*, *Digitalis purpurea*, *Antirrhinum majus* stbivel végezett kísérletek, melyekben a magrügyeket részben vagy egészen eltávolították, azt sejtetik, hogy a magrügy jelenléte a pollentömlők irányára hatással van. E sejtelmekre Pfeffer nem akar fölösleges hipotéziseket alkotni s a kérdést függőbe tartva további kutatásokat igér.

A *Selaginella* (így az *erythropus*) ondószálcsákira ingerlőleg hat az almasav, ép úgy mint a harasztokéira.

Ismeretlen azonban, hogy a *Marsilia*, a májmohok (*Marchantia* és *Radula*), a *Sphagnumok* és a *Charák* ondószálcsákáinak az archeogóniumba való behatolását minő anyag ingerlése hozza létre. A megpróbált sok anyag mind negatív eredményt adott s így valószínű, hogy az ingerlő anyag, melynek jelenléte több mint valószínű, a kevésbé elterjedt anyagok közül való.

Minthogy a lombos mohok közül a Csúcsos termő és az Oldalt termő (*Acrocarpi* és *Pleurocarpi*) mohokat vizsgálta meg (*Funaria hygrometrica*, *Leptobryum pyriforme*, *Brachythecium rivulare*) s minthogy mindegyiköknél ugyanaz az eredmény mutatkozott, általánosan kimondható, hogy a

lombos mohok ondószálcsákáinak archeogóniumba való behatolását a nádcukor ingerlő hatása idézi elő.

A *Chlamydomonas pulvisculus* és *Ulothrix zonata* rajzó gametainak sajátlagos ingerlőjét sem találta meg s úgy látszik, hogy ezeket a párosodáskor nem a kölcsönös vonzás vezeti össze, hanem rájuk nézve talán az érintő inger fontos.

Felette érdekesek még azon vizsgálatok is, melyeket Pfeffer a bakteriumokkal, szintelen Flagellátákkal s néhány chlorophylltartó Volvocineával végzett.

E szervezetek, noha igen különféle mértékben érzékenyek, általában mégis ugyanazon anyagok által ingerelhetők. Az anorganikus sók közül a kálisók leghatásosabbak, de a legérzékenyebb szervezetek a többi alkaliák s alkaliás földek minden semlegesén ható sóitól többé-kevésbé vonzatnak, noha e sók nagy részére a kevésbé érzékeny fajok nem reagálnak. Az organikus anyagok közül mind a nitrogén tartalmú, mint a nitrogén nélküliek pozitív eredményt adtak; így pl. a pepton erős, az asparagin gyengébb, a kreatin, taurin, sarcin, karmin még gyengébb ingerlőknek bizonyultak. A dextrin némely fajokra erős, másokra gyenge hatással volt; még kevésbé hatékony a szőlőcukor; a glicerin egyáltalán nem tanúsított vonzást.

De nemcsak vonzó, hanem tasztító ingerhatások is vannak. Ez utóbbiak e szervezeteknél akkor jönnek létre, ha valamely oldat tömötsége bizonyos határt meghalad. Ezenkívül bizonyos anyagok, pl. szabad savak, alkaliák, alkohol tasztító hatásúak.

A vizsgálat módja ezeknél a szervezeteknél is ugyanaz, mint az ondószálacsákáknál; a vizsgálat menete azonban, különféle okoknál fogva, nagyobb figyelmet s több kritikát kíván. A kisebb bakteriumokat Pfeffer 0.03—0.06 mm., a nagyobbakat 0.05—0.08, sőt 0.06—0.12 mm. átmérőjű csövekkel vizsgálta. Ha az inger küszöbének vagy valamely gyengébb hatószernek meghatározásáról van szó, a vizsgálandó szervezeteket táplálékokban lehetőleg sovány folyadékba kell tenni. Tiszta tenyészetet csak akkor nélkülözhetünk, ha az egyes fajok már kisebb nagyításnál is megkülönböztethetők s mozgásukban követhetők.

Pfeffer kiterjeszté vizsgálatát a *Bacterium termo*, *Bacillus subtilis*, *Spirillum rubrum*, *Bacillus typhi abdominalis*, *Spirillum cholerae asiaticae* stb. fajokra; de legbehatóbb kísérleteket tett a *Bacterium termo* Ehrbg. és *Spirillum undula* (Müller) fajjal, s a Flagelláták közül a *Bodo saltans* Ehrbg.-fajjal.

Mind a három faj nagy mértékben chemotaktikus, de érzékenységekben különböznek egymástól; így pl. a tömött oldatok a *B. termora* kevésbé, a *Sp. undulára* és *B. saltansra* nagy mértékben tasztítólag hatnak

a dextrin a leghatékonyabb kálisókkal egyenlő mértékben hat a *B. termora*, a *Bodot* már kevésbé, a *Sp. undulát* észrevehetőleg nem is ingerli. A kálifoszfátot mind a három faj egyenlő mértékben éri. A trikáliumphoszfát már 0.0018%-os oldatban is észrevehetőleg hat mind a három fajra. A kálisók ingerlő hatása azonban nem függ a káliumtartalom mennyiségétől, mert pl. káliumchlorát 0.1% káliumtartalom mellett körülbelül ugyanazon hatással van, mint a káliumphoszfát 0.01% káliumtartalom mellett. A többi alkáliák, alkaliás földes és a fémek közt is sok van, a mely többé-kevésbé hat mind a három fajra. A szerves testek közül a pepton az, mely a három fajra a leghatékonyabb kálisókkal egyenlő mértékben hat. A szénhidrátok, úgy látszik igen kevésbé ingerlik e fajokat.

Megjegyzendő, hogy valamely anyagnak ingerlő hatása nem függ össze tápláló erejével, így pl. a glicerin nem hat ingerlőleg még azon fajokra sem, melyek benne megélnék.

A chemotaktikai ingerlékenység iránt való érzékenység fokozatos csökkenése képezi az átmenetet azon szervezetekhez, melyek egyáltalán nem váltják ki észrevehetően az ingert; ilyenek pl. a *Tetramitus rostratus* Perty, *Euglena hyalina* Klebs. *Chilomonas paramecium* Ehrbg. stb., sőt Pfeffer a vég-lényeknél egyáltalán nem talált chemotaktikai ingerlékenységet. Az ezeknél előforduló gyülekezés valószínűleg érintő inger következménye.

A baktériumoknál ép úgy mint a harasztok ondószálacskaiknál láttuk, hogy a még észrevehető hatás előidézésére végtelen csekély mennyiség szükséges, így pl. a *B. termora* az inger küszöbe 0.001%. S hogy ebből mily csekély mennyiség hat, kitűnik a Pfeffer-től meghatározott egyik konkrét esetből, a midőn a használt hajszálcsőbe a peptonból 1 mgr. 200 milliomod része (0.00000000472) volt. Absolute véve rendkívül csekély mennyiség ez, de a *B. termo* egyetlen egyedével szemben épséggel nem elenyésző csekély mennyiség, hiszen egy *B. termo* körülbelül 1 mgr-nak 500 milliomod része. De a pepton említett mennyiségének csak egy kis töredéke hat a *B. termora*. Ez absolut csekély mennyiség ingerhatásán azonban nem fogunk csudálkozni, ha meggondoljuk, hogy az ember a mercaptan egy milligrammjának 460 milliomod részét is megéri.

Keverékekben különböző anyagok ingerhatása jut érvényre s ha tisztító vagy kémiai változás nem áll be, az ingerhatások összegeződnek. Antagonistikus ingerhatásoknak eredménye nagyon különböző. Az egyesek érzékenysége sem egyenlő e hatásokkal szemben, mert itt is individuális fokozatokat lehet s kell megkülönböztetni. Táplálékhiány a mozgás csökkenését, végre

szünetelését — a trophotonust — vonja maga után, mely a baktériumoknál aránylag gyorsan bekövetkezik. A baktériumoknál az inger s az ezt követő visszahatás közti viszony is megfelel a harasztoknál említett Weber-féle törvénynek, melyet a kísérlet a baktériumoknál is igazolt. A *B. termo*-nál ugyanis ötszörte tömöttebbnek kell lenni az oldatnak, a hajszálcsőben mint a környező folyadéknak.

Chemotaktikai inger előidézésére okvetetlenül szükséges tehát itt is, hogy az ingerlő oldat a test körül egyenetlenül legyen eloszlva. Az inger kiváltása azonban nem a diffuzionális mozgásoktól, mint ilyenektől függ, hanem a diffundáló testek specifikus hatásától, s épen ezért nem hoz létre minden diffundáló anyag chemotaktikai ingert. A diffuzionális környék ingere a baktériumok mozgásának határozott irányt jelöl ki, minek következtében a szervezetek sajátlagos mozgással eveznek az ingerlő felé vagy, taszítás esetén, azzal ellenkező irányban, a nélkül azonban, hogy a mozgási sebesség emelkednék s a nélkül, hogy a test alakja, még az alakváltoztatásra képesítetteknél is változást szenvedne.

A szervezeteknek eme sajátlagos ingerlékenysége bizonyára arra való, hogy őket jó táplálékhoz juttassa, illetőleg ilyenhez odakösse. És csakugyan a természetben mind a növényi, mind az állati testekből bőven diffundálnak kálisók vagy más organikus anyagok, melyek jó ingerlők. A taszítóingerek óvják a szervezeteket a káros közegekbe való benyomulástól, habár az előbb említett lények legkevésbé sem képesek valamennyi káros anyagot elkerülni.

Jól megjegyzendő azonban, hogy a baktériumok, vég-lények és sok ostoros ázálékállatka chemotaktikai ingerek nélkül is megtalálják a táplálkozásukra szükséges feltételeket. Mindenetre beható biológiai tanulmányokra van szükség, hogy a kémiai érzékenység jelenlétének vagy hiányának jelentőségét a különböző esetekben felismerjük.

A kémiai ingerek ugyanis csak kisebb távolságra hatnak a lényegökben véve inkább csak a közelbe jutott szervezetek megtartására szolgálnak, ellenben a nagyobb távolságra való elterjedést a csatagoló mozgás s különösen a víz vagy levegő mechanikai tovább szállítása viszi véghez.

De ha a kémiai ingerek általán nem szolgálnak is arra, hogy a helyváltoztató szervezeteket a táplálékhoz juttassák, mégis bizonyos célra szolgálnak; így pl. hogy az ondószálacska a petesejthez, az élősdieket (parazitákat) és korhasztókat (saprophytá) kedvező körülmények közé vezessék, továbbá, hogy a helyváltoztatásra nem képes növényeket vagy részeit görbülésre késztessek s a szervezetek belsejében külön-



bőző módon szerepeljenek a táplálás, növekedés stb. folyamataiban, noha kétségtelen, hogy mindezekben más ingerek pl. érintő, mechanikai stb. ingerek is tényezőként szerepelnek.

A chemotaktikai mozgásoknak lényegéről teljes képet még most nem tudunk adni; nem tudjuk, vajjon az inger a szervezetek egész testére vagy csak testének egy részére hat-e, vajjon továbbá az ingerlésre elégséges-e csak a test felületéhez való ütődés vagy pedig a test belsejébe való behatolás is szükséges? Annyit azonban meg tudunk állapítani, hogy a chemotaktikai ingereknek külső oka a ható anyagoknak egyenetlen eloszlása.

Ha a chemotaktikai ingerről bővebb ismereteink lesznek, minden valószínűség szerint praktikus hasznót is vonhatunk majd belőlök. Ez idő szerint azonban ennek terjedelméről bajos ítéletet mondani. Mostani ismereteinknek is sok tekintetben hasznát vehetjük már: A hajcsöveket a baktériumfajok befogására s elkülönítésére használhatjuk. Így pl. Pfeffer egyik kísérletében, melynél a hajszálcsőben 10%-os húskivonat volt s melyet különböző baktériumok keverékéhez helyezett, egy óra múlva a hajszálcső nyílása felett a Spirillum tenue, e felett a Spirillum serpens s e felett egy Bacillus, legfelül pedig a Bacterium termo helyezkedett el. Dextrinnel ki tudjuk fogni a B. termot a Sp. undula közül. A hajszálcsőben közösen összegyűlt, de elkülönített fajokat ismét kicsalhatjuk a csőből, ha a csövet másnemű oldatba mártjuk, pl. ha 0.1%-os húskivonattal Sp. undula és B. termofajokat fogtunk össze s ezekkel a hajszálcsövet 10%-os húskivonatba tesszük, úgy a B. termo részben ki fog vándorolni, ellenben a Sp. undula többé-kevésbé a cső felső részébe fog vonulni. E módszer különbözőkép módosítható, igen jól kihasználható. Így a vizet lakó baktériumok hajszálcsővel jól kihalásztathatók vagy külön-külön összegyűjthetők.

S a mint a baktériumokat eddig is az oxigén kimutatására használták, lehetséges a baktériumokat más ingerlő anyagok kimutatásában is kémszerűen használni. A sajátlagos érzékenység esetleg a fajok s változatok jellemezésére is szolgálhat; így pl. nevezetes, hogy a tifusz és kolera bacillusai csekély chemotaktikai érzékenységet árulnak el s ha csak a későbbi kutatások erősebben ingerlő anyagokat nem fognak találni, úgy fel kell vennünk, hogy a chemotaktikai ingerek ezen lényeknek az inficiált testben való eloszlására semminemű hatással nem lehetnek s épen e miatt le kell mondanunk arról, hogy e mozgó patogén szervezeteket a testből kémiai ingerek útján eltávolíthassuk.

DR. MÁGÓCSY-DIETZ SÁNDOR.

## 2.

**Primula Benkőiana.** A mint az erdélyi Királykő-havason a henye fenyő övét elérjük, e fenyő berkében az illatos *Primula elatior* helyenként tömegtelen. Tisztásabb helyen egy másik *Primula* is nemsokára szemünkbe tűnik, s ez az előbbi-től fehérhátú, tehát fehér molyhú leveleiről könnyen megkülönböztethető. Ezt Erdély botanikusai gyakran »*Pr. suaveolens Bertol.*«-nek nevezik; én, *Pr. Pannonica*-nak tartom.

Egy helyen, a tetőhöz közel, 1878: évi július 15-ikén oly alak tűnt a szemembe, a mely szisztematikai bélyegeit tekintve a *Pr. elatior* (L. var. inclus. *Pr. carpatica* Gris. et Schenk) és a *Pr. Pannonica Kern.* közé esik. Így pl. felismerjük rajta, hogy levelei keskenyebbek mint a *P. elatior*-éi, a levél nyelén lefutnak, a visszája szürkés színű, s a molyha körülbelül oly sűrű, mint a minő a ritkás szőrű *Pr. elatior* meg a fehéres molyhú *P. Pannonica* vegyüléséből keletkezhetik. A *Primula Benkőiana* levelei inkább a *Pr. Pannonica*-éval egyezőbbek; a kehely ereinek mentén ellenben szemünkbe tűnik az a zöld csik, a mely a *Pr. elatior* kitüntető bélyege, s általában az egész kehely nagysága, alakja és színe a *Pr. elatior* képmása; de a *Pr. Benkőiana* levele nem a *Pr. elatior*-é, más az alakja és szürkélőn pelyhesedik.

A *Primula Benkőiana* termőhelyén a bogárvilágnak még több formája szokott röpködni; nem lehetetlen tehát, hogy a *Pr. elatior* virágából a hímport a *Pr. Pannonica* virágába ök vitték, s hogy a *Pr. Benkőiana* két faj keresztezéséből támadt. A két faj bélyegei a *Pr. Benkőiana*-n szemlátomást jelentkezvén, ez nagyon is hihető.

Két növényfajnak ily kölcsönös termékenyüléséből eredő új ivadék némely botanikusnak üldözött mostohája, némelyiknek pedig szeretettel ápolat kedves virága. Tudományos tekintetben kétségtelenül nevezetese, s a botanikusnak tudni kíválon érdekesek, hogy a szülők szisztematikai sajátysága minő módon és minő mértékben száll az új ivadékra, vagy minő mértékben oszlik meg a fajok keresztezéséből keletkező közepalakon.

Én két növény-szülő bélyegeinek egy harmadik alakra való egyesülését magamnak *nagyjából* úgy képzelem, mint a kristályok kombinációját, csakhogy természetesen a kettő közt a különbség nagy lévén, a fajok kereszteződésének eredményét, meg az ásvány-kombinációt egészen másképen ismer-tjük. Két növény szisztematikai bélyegeinek egy harmadikon való kombinációja a tudományra nézve nagyon nevezetes, s a botanikusok a botanikának ezt a részét



mindig figyelemmel tartották.\* Bizonyos azonban, hogy több hybridnak gondolt növény nem két faj kölcsönös termékenyüléséből származik, hanem két faj közt egyszerű középalkak. A faj t. i. alkotott emberi fogalom s a nagy természetben általában sokkal több a növényalak, mint a mennyit eleinte és lassanként felismertek. A növényteremtések valamennyi alakja még ismeretlen lévén, természetes, hogy még most is akadnak új alakok, mint a *Primula Benkőiana* is, melyek szisztematikai helyeiket tekintve, két ismert faj közé sorolandók. Ezek azonban ős alakok, nem fajvegyülésből származó ivadékok lehetnek, s hogy ezek a régtől fogva levő teremtések csak most kerültek a tudomány napvilágára, oka az lehet, hogy termőhelyükön vagy fennmaradásuk színhelyén botanikus nem fordult meg, a ki őket már előbb ismert két faj közé helyezte volna. Én különösen a fák közt, vagy földbeli részökkel kitelelő növények között, még ha egy harmadikat mint két faj középalkáját jelzem is, a hybrid-származást erősen vitatni nem akarom, noha kétségtelen, hogy a termékenyülés két rokon faj közt megyesik, s hogy vannak igazi magtalan hybridek is. A *Primula elatior* és *Pr. Pannonica* középalkaja, a *Pr. Benkőiana* földbeli tökéjéről szintén kitelel, s fennmaradását a termő helyén ez a földbeli tag biztosítja.

Hogy a *Primula Benkőiana*-t az érdeklődő felismerhesse, rendes leírását ide csatolom.

Kitelelő tökéjét a gyökérszálak sűrűn elborítják, levele hosszas fordított tojásdad, a *Pr. officinalis*-, *Pr. elatior*- és *Pr. Pannonica*-énál észrevehetőn keskenyebb, vagy körülbelül akkora széles, mint az utóbbié, (a kisebbek csak fordított tojásdadok), kissé bodros, a levél nyelére lefut, ez tehát beszegett, fönt fogas, lefelé ellenben épszerű, s a levél lemezénél közönségesen kurtább, a levél széle fogacskás, a színe zöld, kissé pelyhes és érdes, a visszája a virágzállal meg az ernyővirágzattal együtt szürkésen pelyhes, az ernyő sugarainak pelyhe e sugarak keresztátmérőjénél kétszer rövidebbek; ernyője 4 — sokvirágú; virága sárga; a kehely élesen szögletes, szögletei mentén, mint a *Pr. elatior* kelyhén, széles zöld szalagok húzódnak, fogai tojásdadok és kihegyezettek; a gallér levélkei tojásdad alaptól majdnem áralakúan kihegyesednek;

\* Focke: Die Pflanzen-Mischlinge (Berlin 1881) című munkájában az eredmény nagyobb része össze van állítva.

tokgyümölcse a kehely fogainál valamivel rövidebb vagy valamivel hosszabb.

Kerner az »Oesterreichische Botanische Zeitschrift« 1875. évfolyamában a *Primulák* fajvegyületeit összeállítván, ebben az értekezésében a *Pr. elatior* és *Pr. Pannonica*, vagy akár a *Pr. suaveolens* fajvegyületekről vagy középalkájáról nincs szó; a *Pr. media* Peterm. Fl. Deutschl. (1849.) 460. l. a legközelebb valója. Stein Berthold, a boroszlói növénykert felügyelője, az 1881-iki magkatalógusban az európai kertekben ápolat *Primulákat* és *Primulák* fajvegyületeit szintén összeállítván, ebben sincs a jeleztem kombináció, a *Pr. media* mellett pedig a *Pr. unicolor* Lange synonymul idéztetik, azonban Focke i. h. szerint Lange ezt a *Pr. unicolor*-t inkább a *Pr. officinalis* fajtájának mint fajvegyületnek hajlandó tekinteni. Azóta *Primulák* középalkajait Bécsben is különböztették meg, de nem az itt szóban forgó kombinációt; végre Erdélyből csak Schur említ két *Primula*-hybridet, a *Pr. brevistylis*-t meg a *Pr. oblongifolia*-t, de mind a kettő más és maig is elég kétes kombináció.\*

A *Primula media* Peterm. (*Pr. elatior* × *officinalis*), mint a legközelebb való kombináció levelének visszája nem szürkellőn pelyhes, mint a *Pr. Benkőiana*-é, mert a *Pr. officinalis* levelének a visszája se fehér, hanem molyhú, mely a *Pr. media* kombinációjába a *Pr. Pannonica* helyett járult, a *Pr. media*-t a *Pr. Benkőiana*-hoz (*Pr. elatior* × *Pannonica*) hasonlítva. Különbözik a *Pr. media*-nak más sajátosságai sem egyezők a *Pr. Benkőiana*-éval. A *Pr. Pannonica*-tól a *Pr. Benkőiana* közönségesen keskenyebb, nem fehér, hanem molyhú leveleire, továbbá a *Pr. elatior*-hoz hasonló kehely fogainak nagyobb fokú hegyezettségére nézve, a *Pr. elatior*-tól ellenben levelének keskenysége és nagyon eltérő alakja, levele visszájának szürkellő pelyhessége, ernyő sugarainak sűrűbb szórózete, szürkébb szórózetu kelyhe és valamivel kevésbé hegyezett fogai tekintetében tér el. A sűrűbb pehelyruha a *Pr. Pannonica*-ra emlékeztet, de a kehely határozottan inkább a *Pr. elatior*-é.

Az itt hosszasan fejtegetett *Primulát*, mely társaihoz kerti dísznek is szépen beillik, Benkő József, a magyar botanika nomenklaturája nevezetes úttörőjének emlékére szenteltem és neveztem.

DR. BORBÁS VINCZE.

\* Schur: Enumeratio Plantarum Transilvaniae 552., 555. l.

Megjelenik minden-  
évnegyed 1-ső napján  
3 nagy nyolczadrét  
írvnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 1 frt  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettudom. Köz-  
lönyvel együtt, 6 frt.

XX. KÖTETHEZ.

1888. JULIUS.

3-ik PÓTFÜZET.

### A MAGAS HEGYEK ÉLETÉRŐL.\*

A ki látta a Magas-Tátrát granit-ormaival, szakgatott, komor falaival, virágos völgyeivel, tavaival és zuhatagjaival, — vagy az Ampezzo-völgyet dolomit-tornyaival, fellegváraival, csúcsos bástyái-  
val, — a Grossglocknert, a Jungfraut és a Finsteraarhornt hópalást-  
jával, mikor a kelő, vagy a lenyugvó Nap sugarai bűvös fátyolt  
szőnek körülöttük: nem csodálkozik, hogy a népek tisztelték, imádták  
a magas hegyeket. Egy hindu nézet szerint a Föld vizen úszó,  
kinyílt lótusz-virág; a Ganges két félszigete, a szigetek és a  
távoli földrészek a kinyíló virág szirmai, a Ghat és Nilagherri  
hegységek a porzói, a közepén emelkedő Himalája pedig a szent  
anyaszál benne, melyben a világ magvai képződnek. A Taj-sán  
Khinában, a Fuzijama Japánban szent hegy; az Araráton állott  
meg Nőé bárkája; az Aetna a titánok vára; az Olympus az iste-  
nek hona.

Mai nap már nem igen bibelődünk a titánokkal, sem az olym-  
pusi istenek viselt dolgaival, hanem vizsgáljuk a magas hegyeken  
is a természetet, az életet, hogy feltaláljuk ott is a törvényszerűsé-  
geket, melyek a természet harmóniáját megalkotják.

Be kell azonban vallanunk, hogy Földünk legmagasabb kiemel-  
kedéseinek életéről keveset, vagy éppen semmit sem tudunk. A Hima-  
lája és a Kara-korum 8, majdnem 9 kilométernyire emelkedő magas  
ormaira ember még nem lépett; az Andesek sok csúcsa is érintet-  
len; sőt az Alpeseiken is vannak ormok, melyekre feljutni nem  
sikerült. Megközelíthetlenebbek azok az embernek, mint a mély  
tengerek feneke. A tenger mélyéből az engedelmes zsinóron függő  
pióm, a meritő készülék és a gép igazgatta fenékháló hűségesen  
felhossa az iszapot, a vizet, az élő lényeket a hajó fedélzetére,  
számot ad az embernek a mélységek életéről s leleplezi a legsöté-  
tebb feneketlenségek titkait: a magas ormok életéről semmi sem  
hoz hírt; oda az embernek magának kell felmenni és sok küzdelem

\* Népszerű előadás a Term. tud. Társulat estélyén, 1887. decz. 23-ikán.

arán, ezer veszedelem közt szerezni az adatokat az élet problémájához.

Gyönyörű, verőfényes augusztusi nap volt, midőn pár évvel ez előtt Ischlből két ismerőssémmel a Schafbergre indultam. A Wolfgang-tó smaragdszínű tükre nyugodtan ragyogott a tiszta napsugárban; egyetlen szellő se fodrozta. A fenyő-erdő balzsamos illata dúsan áradt szét az enyhe levegőben; a kék harangvirág, a piros alpesi ibolya ezrével mosolygott ránk a harasztok vidám zöldje mögül, a mohok sötét bársonya közül; méhek, dongók, tarkaszárnyú legyek, lepkék röpködtek a virágos réten, igyekezve felhasználni munkára, eledelgyűjtésre a ritka szép napot. Mi azzal a lelki megifjodással haladtunk fölfelé, melyet a hegymászás, a természet nyitott könyve, a friss hegyi levegő terem. A legelésző kecskenyáj hangos csengőivel, a lejtős rét tarka virágival, a rohanó patak ketyegő malmával és a susogó fenyves apró czinegéivel emlékezetemben van még ma is.

Kis aneroid-barométerem mintegy 1200 méter magasságot jelzett. Megállottam, hogy visszatekintsek az alattunk maradt vidékre. Délután 4 óra volt; a Nap fényesen ragyogott; de a Wolfgang-tó tükre sajátos sötét, komor színben látszott, mintha üde smaragdja haragos malachittá változott volna. Mikor vezetőnket — régi, tapasztalt ember volt — erre figyelmeztettem, egy tekintettel a tavat, másikkal pedig az égboltot vizsgálta. Az ég tiszta kék volt; csak helyel-közzel úszott egy-egy kis lomha felhő rajta. Vezetőnk még egyszer körüljártatta szeméit az égen, azután hátára kapta batyuját, kezébe vette hegyi botját és azt mondta, hogy *sicssünk*. Az Oberalp nevű hegyi rét alatt, melyen alpesi gazdaság, néhány házikó van, mintegy 2—300 méternyire lehattunk.

Alig haladtunk néhány lépést fölfelé, északkelet felől elkomorult az ég; a szemhatáron nehézkes gomolyfelhők törtettek fölfelé és pár pillanat alatt szürke, majdnem fekete borulattá verődve össze, a vihar szárnyain vágattak felénk. Elsötétedett. A sötét égen egy villám cikázott keresztül s a menydörgés hullámai tompa morajjal gördültek oromról oromra a távoli hegyeken.

Az Oberalp lejtőjén zengősen kigyózkodó ösvényt immár hosszúnak ítéljük s egyenesbe vesszük az utat a hegyoldalon, hogy a házikót még a vihar megérkezte előtt elérjük.

Már halljuk a szél zúgását s látjuk a zivatar hirdetőit: kövér esőcseppek, súlyos jég szemek kezdenek hullani körülöttünk. A gyeppel, melyen megyünk, síkossá válik; a felkapaszkodás kinos. A verejték csurog halántékunkról s mellünk zihál a fáradtságtól.

A fekete fellegek khaosz-szerűen gomolyogva nyargalnak



szakadatlan sorban egyenesen felénk; tüzes villámok cikláznak rajtok végig mind közelebb és közelebb hozzánk. A menydörgés rettentő szava már a fejünk fölött dördül el s százszoros visszhanggal járja be az ormokat; a villámok kápráztató lángokkal lobbannak fel jobbról, majd balról, mintha bűvös, szemfényvesztő játékot üznének a sötét égen; zeng, dörög szakadatlanul, csattog, ropog köröttünk, hogy megrendül bele a bérczek sziklavára. Megered a zápor; zuhog, csapkod a sűrű eső s üvölt fejünk fölött az orkán, mintha az utolsó ítélet napját hirdetné.

Szerencsénkre 5 percz alatt elértük az alpesi gazdaságot s a barátságos lakóházba menekültünk. Kün zúgott a zivatar, szakadt a zápor, csattogott a menykő. A ház népe imádkozott; s mi némán, meghatva vettünk részt fohászukban s együtt végeztük velük, hogy »szabadíts meg a gonosztól«.

Utánunk mintegy fél órával egy nagyobb társaság érkezett fel, kiket alantabb ért a vihar mint bennünket. Csupa lucok, csupa víz volt valamennyi; kivált a nők egészen ki voltak kelve ábrázatjokból; dideregtek bőrig átázott ruhájokban s reszkettek a rémüllettől. Egy nőt félig eszméletlen állapotban csak botokon, karjokon hoztak fel idáig a férfiak, a ki más nap még öszvéren sem bírt lemenni; gyalog-hintót kellett hozatni számára s abban vitték le mint lázas beteget.

Mit művelt ez a zivatar a természetben, arról visszatérőben (harmadnap, mert hamarabb nem mehettünk le), saját szemünkkel győződünk meg, látván a lesodort sziklákat, melyek útunkat állották, a kőhalmazt, mely a patak folyásának új irányt szabott s a derékban ketté tört százados fenyveket, melyek keresztül-kasul feküdtek az úton, a patakon, egymáson.

És hány ilyen fergeteg sepri végig évenként a hegyeket s hány büszke oromba csap be a romboló villám csak egy nyáron át is! — Ilyen viharok alkalmával már 10—15 kilométer hosszú villámokat is láttak. Humboldt a Toluca-hegy csúcsán, Mexikóban, a villámtól megolvasztott sziklákat talált. Feljegyezték, hogy a Cevenneken 425 juhot ütött agyon a villám egy csapásra, a juhászcutyával együtt, mely őket őrizte.\*

A zivatar már hozzátartozik a hegyek életjelenségeihez; pusztít, rombol, hogy új életet teremtsen.

Mikor a zivatar elvonul, *az eső, a felhőszakadás vize veszi át a munkás szerepét.* A víznek körülbelől egy harmada beszívárog a szirtek hasadékaiba, lefelé hatol, útjában minden oldhatót felold,

\* E. Reclus. A Föld. II. k., 319. l.

magával visz, azután cseppenként, szálanként megint összegyűl, erecskévé egyesül a szikla kebelében s végre a hegy tövében, a völgy lejtőjén kibugyog mint forrás és csörgedezik lefelé mint hűs csermely, mely nemcsak a mohok bársonyába önt duzzadó életet, nemcsak a kék nefelejtset táplálja partjain, hanem nyájas, virágos környezetével elteti, üdíti a mi szívünket is.

A *patak* a völgy lelke, mely életet fakaszt útjában mindenütt. Életet fakaszt a kövek, a sziklák halála árán. A hova a víz beférkőzik, ott oldja, porlasztja a legkeményebb granitot és az ősmész-követ; fúrja, faragja, koptatja, csorbitja, tördeli a szirteket, dolgozik, munkálkodik az ormok kifaragásán s barázdákat von a hegyek oldalára, melyek az idő haladtával mind mélyebbekké, mind szélesebbekké válnak. Az ormok törpülnek, a lejtők kopnak, a völgyek mélyedései pedig új hordalékkal gyarapodnak, telülnek folyvást.

A hegyi lakó, a patak életének egész éven át tanúja, sokat mondhat munkálkodásáról. Esőzésekör, hóolvadáskör, vagy felhőszakadaskör kell azt a patakot megnézni! — úgy mond. — Megtelik ilyenkor színültig és zúgva rohan lefelé a szirtek közt, magával ragadva felülről mindazt, a mit a villám lesujtott, a mit a levegő a nedvességgel egyetemben megporlasztott, a mit a fagy szétrepesztett: port, darát, törmeléket és sziklatuskókat. Minden rohan, gördül, úszik lefelé az árral; a tuskók szirtről szirtre hengeregnek, szökellnek, ugranak jobbra-balra, le s fel, mintha örült tánczot járnának a mocskos hullámokkal, a hömpölygő gízgazzal, a kisodort fákkal, bokrokkal és egymással; összekocczannak, beleütődnek a kiálló sziklasarokba, mely kimozdul ezredéves ágyából s követi megvadult társait; együtt pattognak, ropognak azután, dörgésökkel túlharsogják a dübörgő zuhatagot s rohannak lefelé, hogy ezt a játékot még százszor, ezerszer ismételjék, míg apró darabokra tördelődve, gömbölyűre surlódva, kavicszá, homokká alakulva, le nem érnek a síkra, melyen megtalálják végre nyugalmodat.

Micsoda munkát végez a Tarpatak a Tátra gránitjában, tanui azok a gömbölyűre, simára koptatott sziklák és kisebb-nagyobb görgetegek, melyeket útjában elhagyogat, Ó-Leszna és Nagy-Lomnicz környékén lerak, vagy a Poprádba szállít. A gasteini Ache menydörgő zuhataga előtt senki sem állhat bizonyos borzongás nélkül. Néma álmélkodással, szinte az örökkévalóság gondolatába tévedve, órákig el tudja nézni az ember a meredek párkányról szakadatlanul alázuhogó óriás víztömeget, mely éjjel-nappal, századok óta, folyton-folyvást ott dolgozik a kemény szirteken s koptatja, porlasztja, töri, viszi, szállítja őket lefelé örökös munkával. Sehol se láttam azonban a zuhogó víznek munkáját szembeötlőbben,

tanúságosabban — és sehol borzadalmasabban — mint a Liechtenstein-szurdokban. E szurdok (Liechtensteinklamm) St. Johann im Pongau mellett van Salzburg herczegségben. Sötét, keskeny, néhol alig 2 méter széles hegyhasadék ez, 100 méternél magasabb sziklafalakkal, melyek közé a napsugár soha se jut be. E hegyhasadék fenekén rohan, több zuhataggal, a Grossarler Ache. A sziklafal mentén keskeny út, majd palló vezet, erős karfával, melybe az ember megkapaszkodik. Nedves, hideg, sáros az egész szurdok; s hogy sötétsége még borzasztóbb legyen, falait fekete márvány alkotja, melynek kiugró szikláiból, párkányaiból kísérteties árnyékokat formál a fáklya világa. A zuhatagok tompa moráját már a szurdok elején, messziről hallja az ember; beljebb, közeledve feléjük, a moraj zúgássá, majd idegbódító dübörgéssé válik; a víz porzik s arcunkba csapódik, mint valami jeges permeteg; a márványfal reng, a palló karfája reszket kezünkben. Most látjuk alant, mélyen, a rohanó habokat, mint száguldanak szikláról sziklára, mint ütődnek oda a sziklatorok kanyarulatához s mint alkotják meg azokat a forgatagokat, melyek a lehozott szikladarabok segítségével örökös munkában vájják, kotorják a göbüket, a márványfülkéket. Itt az embernek szeme láttára megy véghez a geológiai munka; a forgó víz szeme láttára koptatja, súrolja, simítja azt a kemény fekete márványt, melyet a geológusok tömör ősmészkőnek neveznek és szeme láttára szállítja kifelé azt a töméntelen fekete iszapot, melyet a márványfalakról lekotort, hogy a patak egész környékét eláraszsa vele.

A víz, akár csak szivárog, akár zuhog vagy kavarog, hatalmas tényező a Föld felszínének alakításában: roncsolja a hegyek fellegvárait, hogy a letördelt darabokkal megtöltse a mélyedéseket. A Magas Tátra tengerszemei évről évre kisebbednek, medrök mind jobban és jobban megtelik szikladarabokkal. A Kőpataki tó, a Lomniczi csúcs alatt, már úgyszólván csak pocsolya; a Felkai-tó medre, a Gerlachfalvi csúcs alatt, nemsokára arra a sorsra jut, a mire a fölötte fekvő Virágoskert helyén levő egykori tó jutott: betemetik a leszakadozó gránit-tuskók, melyeken azután megtelepszene a zúzmók, a mohok, előkészítik a talajt a harasztok, fűvek s más növények számára s leszen belőle »Új-virágoskert«.

A víz művei azok a sziklahullások és hegyomlások is, melyek a legborzasztóbb jelenségek a hegyek életében s mérföldekre változtatják meg a föld arczatát; kőhalmazok terülnek el ott, a hol egy órával azelőtt viruló rétek, termékeny mezők és falvak voltak. Emlékezetes a Rossberg hegy (Svájcban, a Zugi, Egerii és Lowerzi tó között) egy részének leszakadása 1806. szeptember 2-ikán. E hegy



tömött konglomerát rétege agyagon fekszik, melyet a beszivárgó vizek fellágyítanak. A megelőző évszak igen esős volt s az agyag egész sárhalmazzá vált, mire a rajta levő konglomerát sziklák elvesztvén alapjuk szilárdságát, csúszásnak indultak s a lejtőn túrták maguk előtt a földet, mint a hajó orra a tengervizet. Egyszerre megindult az omlás. A roppant tömeg erdőivel, rétjeivel, tanyáival s ezek lakosaival együtt egy szempillantás alatt alázuhan a völgybe; az összeütköző sziklák horzsolódásából támadt tüzek lángkévékben villantak elé a megnyílt hegyből; az alsóbb rétegek vize hirtelen gőzzé változván, robbanást okozott s úgy szórta a kőzapot és az iszapot, mint valami vulkán krátere. Goldau híres mezői s még négy falu, a melyekben közel ezer lélek lakott, eltűntek az omladványok halmaza alatt, a Lowerzi tó részben betemetődött és az a szörnyű hullám, melyet az omlás 20 méternyi magasságig csapott fel a partokra, valamennyi ottani házat magával sodort. S ez a katasztrófa oly rohamos sebességgel folyt le, hogy a légnyomás miatt a madarak is megfultak a levegőben. A leomlott hegyrészlet nem kevesebb mint 4 kilométernyi hosszúságú, 320 méter szélességű és 32 méter vastagságú, vagyis 40 millió köbméternél nagyobb tömegű volt.\*

Hát a hó, a lavinák alázuhanásával s a glecserek lefelé tóduló árjokkal mennyi változást, mennyi pusztulást, mennyi halált okoznak!

Hanem az már úgy van a természetben, hogy egyiknek a halálán ébred életre a másik. Az égiháború pusztítása, a víz rombolása s a sziklák elporladása is élet: a *szervetlen világ élete*, mely alapját veti meg a szerves világ életének. Az ormokról lehozott törmelékből kerül ki a völgyek talaja s a leomló lavinák könnyítik meg a tavasz munkáját a magas hegyeken. Itt a Nap soha se bírná elolvasztani a rengeteg havat, ha lavinák alakjában le nem szakadna róla. Azon a havasi réten fakad az első virág, azon jelenik meg az első pillangó, a melynek hótakarója leghamarább zuhan le a mélységbe.

A szerves világ élete, természetesen, más tényezőktől is függ; nevezetesen a levegőtől, a levegő páratartalmától, a csapadékoktól, a világosságtól és a melegségtől.

»A *levegőből* veszi lélekzetét minden, a mi él s a levegőbe adja ki utolsó lehelletét minden, a mi elhal» — mondja Reclus. — A levegő a magas hegyeken fölfelé mindinkább ritkúl és nyomása csökken; a légnyomás már 6000 méter magasban csak félakkora, mint a tenger színén. Schlagintweit az Ibi-Gamin csúcsán

\* E. Reclus. A Föld. I., 163. l.

6704 méter magasban 339 milliméter légnyomást tapasztalt. Ez a legnagyobb magasság, melyre az ember, hegyoldalon menve, feljutott.

A *levegő páralartalma* a hőmérséklet csökkenésével fogy. A magas ormokon, 4000 méteren túl, rendkívül száraz a levegő; az esőfelhők rendszeren 3000 méteren alúl járnak.

A magas hegyeknek a *világosságból* sokkal több jut, mint a síkoknak és völgyeknek. A Poprád völgyére régen sötét árnyék borúl, mikor a Tátra csúcsai még aranyos fényben ragyognak. A magas ormokon 16—18 óráig süt a Nap s csak 6—8 óra esik az éjre.

A *levegő hőmérséklete* függőleges irányban fölfelé 200 méteren-ként átlag  $1-1^{\circ}$  C.-fokkal csökken. A ritka levegő nem melegszik fel, hanem annál jobban eresztí át magán a napsugarakat. Ez az oka, hogy a magas hegyeken rendkívül erősen tűz a Nap, hogy a napsugarak ereje fölfelé növekszik. A bekormozott hőmérő, mellyel a napsugarak szállította meleget mérik, a Himalájában 3000 méteren  $55.5^{\circ}$  C.-t jelzett, mikor az árnyékban levő hőmérő —  $5.6^{\circ}$  C. volt a hőmérséklete. Tibetben 3517 méteren  $101.7^{\circ}$  C.-ra szökött a hőmérő a napon, tehát mintegy  $14^{\circ}$  C.-kal magasabbra, mint a víz forráspontja, mely abban a magasságban  $88^{\circ}$  C. A napsugarak ekkora erejének az eredménye az, hogy a magas hegyeken a talaj mindig melegebb mint a levegő; még pedig 1000 méteren  $1.5^{\circ}$  C.-kal, 1600 méteren  $2.4^{\circ}$  C.-kal, 2200 méter magasban  $3.6^{\circ}$  C.-kal. A Pic du Midin 2877 méter magasban egy alkalommal  $33.8^{\circ}$  C.-ra rúgott a napsütött talaj hőmérséklete, mikor a levegő hőmérséklete  $10.1^{\circ}$  C. volt. (A. Kerner, Pflanzenleben. I. 490. 1.)

A hegyek magasságával és a magasságok hőmérsékleti állapotával változik az *évszakok* ideje és tartóssága is. A legmagasabb ormokon csak  $1-1\frac{1}{2}$  hónapig, lejjebb 2—3 hónapig tart a meleg évszak, az élet időszaka; az év többi 9—10, sőt 11 hónapja alatt hó és jég takar mindent s megdermedve nyugszik minden élő. A tavasz, mely az alföldön már márcziusban beköszönt, a hegyek alsó tájaira áprilisban, magasabb részeire májusban, majd júniusban s a legmagasabb ormokra csak júliusban ér fel s már szeptemberben ismét a havas, fagyos évszaknak kénytelen engedni.

Magától érthető, hogy eme különböző fizikai állapotok, eme különböző életfeltételek között különböző élő lények is élnek, melyek az illető körülményekhez hozzátörődtek, szervezetökben, életmódjukban hozzáalkalmazkodtak.

Tekintve már most a hegyeken a magasság szerint változó életfeltételeket és ez életfeltételekhez alkalmazkodott növényeket

meg állatokat, könnyebb tájékozódás végett meg szoktuk különböztetni a *hegyi*, az *alpesi* és a *havasi övet* vagy *régiót*. Közép-Európában az alföld és a dombos vidék növényei és állatai általában 800 méter magasságig jutnak fel. Innen 1300 méterig terjed a hegyi régió; 1300 métertől 2275 méterig az alpesi s 2275 métertől 4550 méterig a havasi régió.

#### A HEGYI RÉGIÓ.

A hegyi régió az *erdők hazája*; s az erdők az élet közép-pontjai. Itt vannak a százados tölgyek, feljebb a terebélyes bükkök s még feljebb a sötét fenyvek rengetegei a nagy vadakkal, a szarvasokkal, őzekkel; itt adnak szállást a sziklabarlangok, a szakadékok, kőrakások, bozótok, sűrűségek a nagy és kis rablóknak, a medvéknek, hiúzoknak, vadmacskáknak, rókáknak, menyéteknek. A szálaskert védelme alatt virul a szeder- és málnabokor, zöldül a harasztok csipke-lombja s a mohok bársonya; itt illatozik a sok ezer tarka virág.

A virágos erdei réten tarka-szárnnyú, fényes-hátú legyek, himes pillangók, dongó-bongó méhek, bogarak ezrei röpködnek keresztül a napfényben; a karcsu szitakötő is ott zizeg szitaszárnyával a tisztás fölött, el-elkapva valami vigyázatlan legyecskét. A fű között egy-egy fürge gyík surran tovább, vagy egy vipera csússzan nagy óvatosan a bozótba. A mogyoró-bokor mögül egy kíváncsi vörösbegy búvik elő s okos nagy szemével úgy elnézegeti az embert, mintha kérdezné, hogy ki ő s mi járatban van itt az erdő birodalmában. A mohos szírtén a fekete-begyű titisz-madár járja a mártogatást; farkát meg-megbillegteti, el-eltűnik, meg-meg előkerül, mint valami játszi egér. A vén fákon a harkály kopácsol, a mi messze hangzik az erdő csöndjében. A bokrok között a fekete rigó sak-kangat s a szeder sűrűjében, a hova más madár nem juthat, a kis ökörszem bujkál, keresve eledelét. Most egy gyors mókusz szökik fel hirtelen a legközelebbi fára, hogy a biztos magasban abban az ismeretes mókusz-pozitúrában szemünk előtt rágicsálja meg a földön talált mogyorót vagy bükmakkot. A fenyvek rojtos, sallangos ágain mindenféle czinkék — kontyosak, kékfejúek, sárgahasúak, fekete-fejúek, hosszúfarkúak, rövidfarkúak — izegnek-mozognak, csicseregnek, hol alúlról, hol felülről vagy oldalról nézegetve, vizsgálgatva a sűrű lombokat, az egyes leveleket majdnem szálonként, vajjon nem bújtak-e el mögójök rovarok, piczi hernyók, vagy nincsenek-e rajtok, oldalukon, tövükön parányi lepketojások, melyek nekik eledélül szolgálhatnak. A czinkék az erdőnek legvidorabb lakói és

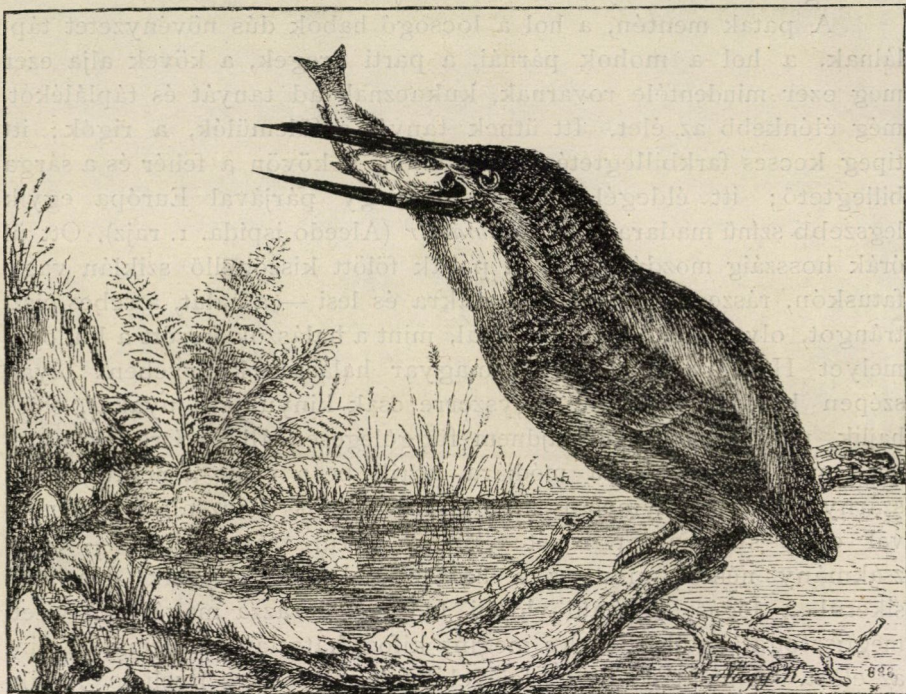
legszorgalmasabb munkásai. A fenyvesek fölött sűrű csapatokban keringenek a keresztesőrű pintyek, le-lecsapva a fenyves valamely kiszemelt helyére, hogy megvizsgálják a fenyőtoboz-termést, melynek magvai az ő főeledelük. Valóságos vándorczigányok ezek a madarak között; ott ütik fel a sátorfájokat, a hol könnyű az élet, dús az eledel s elhagyják megint a tájat, mihelyt fogyatékán van a toboz. Hazájok a fenyves egész birodalma; ma itt, holnap ott csimpeszkednek a legfelső ágakra, a lecsüngő tobozokra, hogy a pikkelyek alá rejtett magvakat vágásra és fészítésre alkalmas csőrük segédelmével s nyelvökkel kiszedjék.

A patak mentén, a hol a locsogó habok dús növényzetet táplálnak, a hol a mohok párnái, a parti üregek, a kövek alja ezer meg ezer mindenféle rovarnak, kukacznak ad tanyát és táplálékot, még élénkebb az élet. Itt ütnek tanyát a fülemülék, a rigók; itt tipeg kecses farkbillegtetéssel a parton, a kövön a fehér és a sárga billegtető; itt éldegél magánosan vagy párjával Európa egyik legszebb színű madara, a *kék jégmadár* (Alcedo ispida. 1. rajz). Ott ül órák hosszáig mozdulatlanul a patak fölött kiszögellő sziklán vagy fatuskón, rászzegezi szemét a patakra és lesi — a halat, a sebes pisztrángot, olyan lelki nyugalommal, mint a halászok között a kullogó, melyet Herman Ottó »A magyar halászat könyvében« olyan szépen leírt és lerajzolt. Egyszerre csak kinyújtja a nyakát, előre hajlik, úgy hogy csőre majdnem függőlegesen áll a vízre és hirtelen, mint a nyíl, béka módjára ugrik be a vízbe a nélkül, hogy szárnyát még csak meg is mozdítaná. Eltűnik a víz alatt, szárnyával evez s mihamar ismét felszínre kerül zsákmánnyal — vagy zsákmány nélkül, mint ez a halásznál már megesik. Ha nem sikerül a fogás, visszaül előbbi helyére, lerázza magáról a vizet, megtisztogatja tollait és les megint kifogyhatatlan türelemmel, mint az előtt. A halat rendesen fejével lefelé, egyszerre nyeli le. A pikkelyeket, csontokat és szálkákat egy csomóba göngyölve kiköpi, mint a ragadozó madarak a szőrt és tollat. Fészket is ott építi a patak mellett. Kikeres valami meredek, síma partot, melyre se a menyét, se a macska nem tud felmászni; 30—60 centiméter hosszú alagútát váj bele hosszú csőrével, a belső végét kissé kibővíti, alját kirakja — miként ilyen halászmesterhez illik — halszálkákkal s arra tojja tojásait. A fészken sokszor három hétig is dolgozik. Hja! az ivadék biztosítása ezt így kívánja.

Van a hegyi patak környékének még egy hűséges lakója, a *vízi rigó* (Cynclus aquaticus. 2. rajz). A tiszta vizű, árnyékos patakokat kedveli; a kiálló köveken futkos nagy ügyesen mint a barázda-billegtető; még rövid farkát is folyvást billegteti, mint amaz. Fut-



kos, futkos, azután beszalad a vízbe. Begázol mellig, a füléig s még tovább, egészen a víz alá bukik és 15—20 másodpercig szalad a víz alatt a fenéken a víz ellenében vagy mentében, mintha a szárazföldön járna. Bele megy a sebes forgatagba és a rohanó zuhatagba; fut, úszik, rövid szárnyait evezőkül használva, mintha repülne a víz alatt. Neki megy a lezuhanó víztömegnek és a szó szoros értelmében keresztül repül rajta. Eledelét nem halak, hanem azok az apró állatok, kukacok, pondrók teszik, melyek a patak vizében élnek. Ez az oka, hogy a jégmadárral megfér egy terüle-



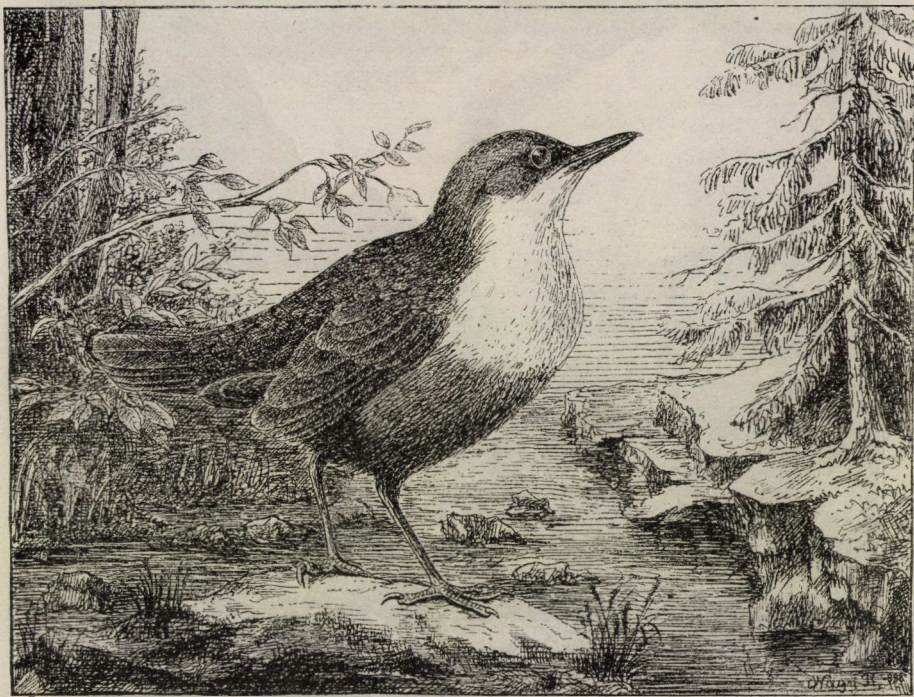
I. rajz. Jégmadár.

ten. Vidám, kedélyes madár. Fállábra állva valamely kedves, otthonos helyén, úgy eldanolgat, úgy elfütyöréztet a maga gyönyörűségére, hogy az ember megirigyli áldott jókedvét; ő minden műveletéhez dalol magának: dalol mikor eszik, mikor tollászcodik, mikor fürdik, mindig; télen, a legcsikorgóbb hidegben, mikor a hal-mokat hó, a patakot jég borítja, ő akkor is dalol s dala végezetével nekirepül a jeges víznek, alábukik, futkos, úszik benne, mintha rá nézve nem is volna tél, nem is volna hideg. A patak és a dal az ő élete. A patak mellett születik, ott él s ott is hal meg; a patak az ő koporsója és a fodros hullám az ő szemfedője.



## AZ ALPESI RÉGIÓ.

A sík-föld növényei és állatai nagyobb részt feljutnak a hegyi s egyesek az alpesi régióba is; de 1000 méteren ritkán mennek túl. Tátrafüreden (1000 m.) már nem látni a házi verebet; ott a reggeli kifli-morzsaért a pintyőkék jönnek s épen olyan bizalmasan rászállnak a szék karjára meg a kiflis kosárra, mint alantabb fekvésű helyeken a verebek. De e magasságban szükségök is van egy kis alamizsnára. Hányszor elnéztem, hogy jöttek a szegények a nagy esőben,



2. rajz. Vízi rigó.

átázva, lucskosan, kuszált ruhában a veranda alá, hogy a lehullott, vagy jószívuén nyújtott morzsalékokkal enyhítsék éhségüket.

Minél feljebb megyünk a hegyek lejtőjén, annál mostohább a világ, annál nehezebb az élet. Kopár szirtek, óriás görgetegmezők vannak itt mindenütt, melyeken hidegvízű patakok csörtetnek lefelé mélyre vésett medrökben; a felső részeken hómezők nyúlakodnak lefelé egész nyáron át, mint valami démon fehér ujjai, melyek az életet megfojtással fenyegetik. A tavasz az alpesi öv alsó felében csak áprilisban kezdi bevonulását, napsugárral, széllel, esővel; de a mit nyolcnap munkával alkotott, elrontja, megsemmisíti egy



éjszakán át a felkerekedett hóivatar. A tavasz az alpesi régióban csak májusban erősödik meg annyira, hogy a zordon elemeken diadalt arathat. Ekkor érkezik meg a Főhn, az a meleg szél, mely a hegyi lakók mondása szerint »falja a havat« és az alsó régióban egy pár nap alatt mosolygó életet varázsol elő: lerázza a fenyvek lombjáról a hófodrokat, kifakasztja a rügyet, a bimbót, megérleli a barkát; friss zöld borul az erdőre és megtarkul a rét a sok sárga



3. rajz. Törpe fenyő.

még fehér virágtól. A felső régióban ekkor még hó, jég, tél uralkodik. A Főhn azonban ide is felér és felébreszti itt is a vastag hótakaró alatt szunnyadó életet. Hatásának enged a hó s a lavínák menydörgése, a jég pattogása, a megdagadt patakok zúgása tölti be a levegőt. Ez a tavasz kezdete az alpesi régióban. A hó, a fagy azonban örökös harczban van itt még azután is az étellel; a mi nappal éled, halállal fenyegeti az éjjeli hideg. Csak egy van a mi biztatója, serkentője és fentartója az életnek: a világosság,



a napsugár. Juniusban 14—16 óráig tart már itt a nappal s ez pótolja a hiányzó meleget.

Sanyarú élet! De a természet gyermekei, hozzászabódva eme szűk körülményekhez, mégis sokan laknak e magaslatokon.

Erdő csak az alsó felében van ez övnek; ott is meg-megszakadozva, el-elmaradozva; 1500 méteren túl már csak egyes, magános, komor tekintetű fenyőt találunk, villámsújtotta tetővel, lehasogatott ágakkal, teliszenteli aggatva szálas, lecsüngő szürkészöld szakállzúzmóval, mintha gyászfátyola volna, melynek lengő foszlányai a



4. rajz. Hófehérke.

mulandóságot akarnák jelképezni. Itt van a fanövés felső határa. A legmagasabban növő fa a havasi fenyő (*Pinus cembra*). A fanövés határán túl a sudár fenyő törpe bokorra válik, melynek ágai görcsösen, gajcsosan, görbegurbán nőnek és a földön kúsznak, mintha tiltva volna nekik a levegőbe, a napsugár felé való emelkedés. Ez a törpe fenyő *birodalma*. Mintegy 1500 méter magasban a törpe vagy *henye fenyő* (*Pinus mughus*, *P. pumilio*. 3. rajz) veszi át az uralkodást s a sivár görgeteg-mezőkön olyan sűrűségeket alkot, hogy eltéved benne az ember; ott díszlik a gránitszírt, melynek

valami kis hasítékában talált annyi helyet és földet, hogy gyökereit beleereszthette; ott kúszik, kapaszkodik a meredek falakon, sötét mélységek, zuhatagok fölé terjesztve illatos koronáját. Hozzá is edződött rideg tanyájához derekasan! Ágai szívósak, rugalmasak, eltörhetetlenek, mint azt bizonyára minden turista tapasztalta; dülhatja a leghevesebb vihar, végig seperhet rajta vészes szárnyával a havas fergeteg, nem esik kár benne. Télen, mikor a nagy havazások ideje beáll, belepi a hó az egész istenadta bokrot, óriás súllyal nehezedik rá s az alpesi régióhoz hozzátörődött ágak engednek a nyomásnak, lehajolnak a földig, álomba merülnek és a hótakaró alatt átalusszák a hosszú telet. Tavaszkor, mikor a hó olvad, a törpe fenyő takarója is eltűnik s az ágak újra felemelkednek és újra illatoznak a napsugárban.

Ha a törpe fenyő az alpesi régiónak királya, az *alpesi rózs*a (Rhododendron hirsutum) bizonyára királynéja. Ez is bokor, szívós, eltörhetetlen ágakkal, melyek épen úgy kúsznak a mohos televényben, mint a törpe fenyő a szirteken. A kopár sziklák kietlen vidékén nincs megragadóbb látvány, mint az alpesi rózs törpe erdeje azokkal az örökzöld levelekkel és karmazsinpiros virágokkal, melyek valami kimondhatatlan barátságos varázskörbe bűvölik át az ember lelkét. A ki először látja az Alpeselek e gyönyörűségét a maga termőhelyén, legyen öreg vagy ifjú, gyermekké válik örömében s felkapaszkodik utána a meredek sziklafalon, vagy a sikos lejtőn, hogy saját kezével szakítson egy füzért belőle s felbokrétázza vele kalapját.

A királynéhez persze díszes udvar, pompás kíséret illik. Nem is hiányzik. Környékén vannak az *alpesi rétek*, azok a gyönyörű zöld, nagy és díszes virágokkal hímezett szőnyegek, melyeken e magasságban is pezseg az élet. Tárnicsok, boglárkák, kankalinok, körtörő fűvek, mind díszes nagy virágokkal, egész sziklarészeket elborítanak; a magános szirtoldalon ott díszlenek egy-egy tömött bokorban a *hófehérke* (Gnaphalium leontopodium. 4. rajz) gyapjas, posztószerű fehér csillagai, melyek épen olyan lelki örömet okoznak a hegyi vándornak, mint az alpesi rózs. Mind sajátos, majdnem ismeretlen alak az alföld lakója előtt. Mintha egyes kiváló növényfajok összebeszéltek volna, hogy elhagyják a síkföld köznapiasságát s a szellős ormokat választják lakásul, hol háborítatlanul élvezhetik az életet. Vagy talán a növények hamupipókéi azok ott a pusztá ormokon, kiket ádáz testvéreik üztek ki a csendes völgyekből. Valóban mind olyan törpék, olyan aprók, mint a mesebeli hamupipóké; száruk alig van, mintha nem mernének a levegőbe emelkedni.

De hát minek is törekednének a hideg levegőbe! Jobb nekik a Föld anyai keblén, mely e magas vidéken mindig melegebb a levegőnél. Ezért kúsznak már a törpe fenyő szívós ágai is a szirtelen, a talajon és az alpesi rózsza is azért simul oly szorosan a televényre, hogy melegét a saját javára fordítsa. És mentől följebb megyünk a havasi régió felé, annál apróbbakká válnak a növények: a törpe boróka, a törpe fűz már alig emeli egy arasznnyira kis koronáját a talaj fölé; a *törpe boglárka* (*Ranunculus pygmaeus*), a *törpe szegfű* (*Dianthus glacialis*), a *törpe sziléne* (*Silene acaulis*), melyek alföldi rokonai 1 méternyi magasra nőnek, 2—3 centiméter magas száracskán hozzák meg virágaikat.

Hanem másrészt, miként a mesebeli hamupipókéknek aranyos ruhájok, rubintos, gyémántos koronájok van, mellyel megigézik a királyfit és a szegény szolgálégényt: úgy ezeknek a rideg világba jutott apró növényeknek is olyan virágdíszök van, a melyet az alföld büszke leányai soha sem viselnek. Melyik alföldi növény virágjában találjuk meg a színeknek azt a teljességét, azt a tisztaságát és elevenségét, a mit az alpesi rózsza égő csillagaiban, vagy a *Gentiana acaulis* és *nivalis* ragyogó indigó-színében bámulunk? Az alpesi régióban még azoknak a növényeknek is nagy és rendkívül díszes virágjok van, melyek rokonai a sík földön alig tesznek számot a virágok sorában. A kövi-rózsza (*Sempervivum tectorum*) halavány rozsáit senki se méltatja figyelemre, ellenben az alpesi kövi-rózsák (*Sempervivum dolomiticum*, *fimbriatum* stb.) szinte elbűvölik az embert a legválasztékosabb színekben tündöklő nagy csillagaikkal. A természet soha sem mostoha, hanem mindig igaz édes anya; a mit megvont e száműzöttektől melegségben, megadta nekik világosságban. Az a 14—16 óráig fölöttök ragyogó Nap neveli rajtok azokat a nagy virágokat s az a hathatós világosság teremti meg szirmaikban azt a teljes színt. És az alpesi növényeknek talán szükségök is van e kis kárpótlásra a nélkülözések világában, a hol olyan rövid az élet időszaka. Nagyobb, hívogatóbb czégért kell ott kifüggeszteni, a hol kevés vendég jár, hogy legalább az arra vetődők betérjenek egy kis nektárra s cserébe elvégezzék a virág termékenyítését. Az alpesi réten nincs annyi rovar, mint az alanti völgyek mezőin, azért itt szükséges őket nagyon, már messziről hívogatni. Erre való bizonyosan az az édes illat is, mely az alpesi növényeknek oly kiváló adományuk. Illatozik itt minden virág, még a nefelejs (*Myosotis alpestris*) is, melynek sík földi rokonai teljesen illattalanok.

Alig kezdi levetni a tél fehér ruháját, a hótakaró alatt szunnyadó növények azonnal felébrednek álmukból és bámulatos gyorsasággal



sietnek élni. Hja, az idő rövid és sok feladat várja teljesítését; virágot kell fakasztani, magot kell érlelni, a fajt fenn kell tartani, sőt tért is kell foglalni az általános küzdelemben. Első feladat a virágfejlesztés, hogy a mag megérése a legmelegebb napokra jusson. Ez az oka, hogy tavasz nyitával mintegy varázsütésre jelennek meg a virágok ezrei, sziklán, ormon, réten, szakadéokban, mindenütt. Hiszen az idej virágot alapjában már a múlt nyáron, az élet időszaka végén alkotta meg a gondos növény; ekkor, a termés megérése után, volt még idő levélképzésre és anyaggyűjtésre is. A levelek télen át szinte duzzadnak a táplálásra és új képzésre való anyagoktól, s ők szolgáltatják tavaszkor az anyagot a virág és termés gyors képzésére. Mikor a mag érése kezdődik, a múlt évi levelek befejezték hivatásukat, meghalnak és elszáradnak, de nem hullanak le, hanem körülölelik a fiatalokat, melyekbe ismét a jövő évi építő anyag halmozódik fel, s védelmezik őket a mostoha időjárás ellen. Ilyen a legtöbb alpesi növény gazdálkodása. Az egy nyári növény, melynek egy nyáron kell kicsirázni, levelet, virágot fakasztani s magot érlelni, nem boldogul a magas hegyeken.

Az elpárolgást a magas vidéken rendkívül előmozdítja a ritka levegő, a gyakori szél, különösen a Föhn és a hosszan tartó napsütés. Az a parányi kis talaj, mely a meredek falak, a napsütött szirtek repedésében, hézagaiban tartja és táplálja az odakerült köttörő füvet (*Saxifraga aizoon*) vagy a hófehérke-bokrot, hamar kiszárad és nem táplálhatná tovább a növénykét, ha ez nem korlátozná elpárolgását. S valóban bámulatos berendezéseket alkalmaz a természet, hogy a növényeket a kiszáradástól megóvja. A *Saxifraga aizoon* erős, vastag leveleinek felső lapján a csipkék mellett apró gödröcskék vannak, melyeket parányi mészfedőcskék borítanak. A fedőcskét a felbőrsejteknek apró kapcsok módjára meggörbült és kiemelkedő párkányai tartják, hogy a szél ki ne fújja. A gödröcskék belsejében vékonyfalú sejtek vannak, melyek a fedőcske mellett beszívargó harmatot és esővizet felszívják s az alattuk levő edénnyalábnak szolgáltatják; száraz időben a fedőcske szorosan, dugó módjára rálapul a gödröcskére, úgy korlátozza az elpárolgást. — A fényes selyem, melybe a *Potentilla nitida* öltözik s az egyszerű gyapjúruha, melyet a kopár mészsiklán a hófehérke visel, ugyan csak arra való, hogy az elpárolgást csökkentse. És a levegővel telt hosszú, összekuszálódó szőrök meg is felelnek e feladatuknak. Minél jobban ki van téve valamely növény a napsugaraknak, annál dúsabb szőrű, annál gyapjasabb a ruhája még egyazon fajnak is. Az elpárolgás csökkentése a rendeltetésök a kemény felbőrű vastag, húsos és levélrózsába egyesülő leveleknek is.



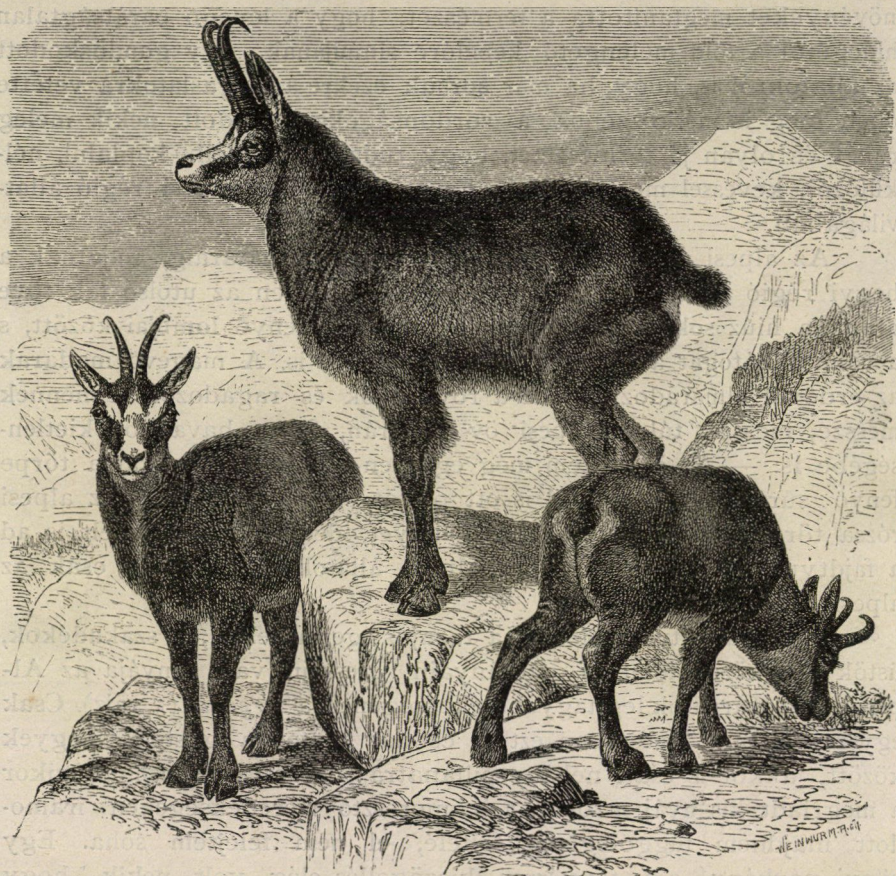
A hova csak tekintünk a szerves világban, az alkat és a külső körülmények között mindenütt ugyanazt az egybehangzást látjuk; az alakok mindenütt alkalmazkodnak környezetük sajátosságához. Az a növény, mely nem tudna a földhöz simulni, hideget, vihart, szárazságot tűrni s az idővel gazdálkodni, az alpesi régióban nem bírna megélni.

Fölfelé nemcsak a növényeknek, hanem az állatoknak is nehezebb az élet, keményebb a létért való küzdelem. De miként a növényeket megtanította a természet, hogy a levegő barátságtalan hidegétől a föld melengető kebelére simuljanak, úgy gondoskodott az állatokról is, hogy, ha már sorsuk ezekre a magaslatokra vetette őket, meg is mérkőzzenek a zordonságokkal: adott nekik meleg ruhát és olyan jó természetet, hogy tudnak, ha kell, koplalni, nélkülözni, kevéssel megelégedni. Ez az életelv az alpesi régió állatvilágában.

Az alpesi régió alsó részébe, a fanövés határáig, feljutnak a hegyi régió állatai is. A medve gyakran pihen az utolsó fák töve alatt; a hiúz sokszor leskelődik a magános fenyő lombjai között, s a róka fellátogat a törpe fenyő sűrűségeibe is. A magevő madarak az erdővel elmaradoznak, de a rovarévők és ragadozók felmennek messze, messze, túl az alpesi öv határán, fel a havasi öv kietlenségébe is. — Az ökörszem még egészen otthon érzi magát a törpe fenyő sűrűségeiben s talál is ott pókot, bogarat eleget. Az alpesi rózsza törpe erdeje nemcsak buvó helyet, de rügyeivel eledelt is ad a fajdyukoknak. — Az igazi alpesi állatoknak azonban csak az alpesi rétek adnak szállást.

A sziklák útvesztőjében, a tarajos gerinczeken, a szakadékok, üstök megközelíthetetlen párkányain, ereszein van tanyája az Alpesekek és a Kárpátok legnagyobb ékességének, a *zergének* (5. rajz). Csak egyszer láttam életemben ezt a csodás állatot a gasteini hegyek között, akkor is csak néhány pillanatra: de azt a jelenséget, mikor a megriadt kis nyáj azokon a hajmeresztő meredekségeken iramodott majdnem függőlegesen fölfelé, el nem felejttem soha. Egy ujjnyi párkány, egy tenyérynyi kiszögellés elég volt nekik, hogy megtalálják rajta a szükséges támaszpontot. Mikor a zerge megriad, izmai megfeszülnek mint az aczélrúgók és lábai szurdokon, sziklán, jegen át viszik, röpítik, mint a szél. Nyáron a legkietlenebb vidékeken, a hómezők és a glecserek környékén legelgetnek azokon a keskeny párkányokon, melyek oromról oromra vezetnek; télen felkeresik azokat a »szélpajtákat«, melyeket a kiszögellő szikla mellett tisztára seper a szél, vagy leereszkednek az erdő övébe, hogy a málnabokor indáit, mint kedves csemegéjüket, lelegeljék.

A hegyek napos oldalán, az örökös hó határán, a görgeteg-sivatagokon, meredek szirtfalak között lakik az a bohókás furcsa kis állat, melynek fütyölést bizonyára minden tátrai turista hallotta, de őt magát nem igen látta. Óvatosabb, félénkebb állat alig van, mint a *marmota* (6. rajz); azonkívül szürkés színe is úgy összeolvad környezetének kopár köveivel, hogy gyakorlott szem se veszi észre. Egy éjszakát töltöttem egyszer a Kőpataki tónál a Tüzelő-kő



5. rajz. Zergék.

alatt (1753 m. magasan) a Lomniczi csúcs tövén, és már hajnal előtt ott kuczorogtam egy szikla mögött, hogy ez érdekes állatkát szellős otthonában, háza környékén láthassam. Láttam is; de csak akkor, mikor már ő is észre vett s nagyot fütytyentve, hirtelen a lakásába osont. A mint pedig fütytyentett, utána fütyölt s el is bujt valamennyi szomszéd. — Ekkor azután hiába vár, hiába leskelődik az ember; egész nap se láthatja meg. Jó idő mulva nagy óvatosan



dugja ki fejét a lyukból, hallgatódzik, vizsgálódik s a legkisebb neszre vagy idegen jelenségre ismét földalatti várába menekül. Ha semmit se vesz észre, a mi nyugtalaníthatná, kibúvik, a lyuk előtt két hátulso lábára ül, két kezét leereszti s újra csupa szem, csupa fül. Meggyőződven, hogy semmi gyanús nincs közelében, hamarosan felszalad a lejtőre, megint feláll, megint körülnéz s azután eddegéli az apró füveket. Mondják, hogy a szagos cziczcafark (*Achillea moschata*) kedves nyalánsága. Ha háborgatás nélkül jóllakhatott, elnyújtózkodik a kövön és sűtkérezik portája előtt úri kényelemmel, — míg valami ragadozó madár árnyéka lakásába nem riasztja.

A marmotának nincsenek aczél-izmai, melyek segítségével



6. rajz. Marmoták.

szírtén, ormon keresztül száguldhatna, ha az éhség szorítja, vagy a szirti sas üldözi: az ő éléskamarája az a csekély hegyoldal, melyen családjával lakik, az ő védelmezője csak az a földalatti lyuk, melyet a kövek között maga kapar magának. Mit csinálna a szegény télen, mikor a hó minden fűszálat betakar, miként menekülne apró lábával a nagy hóban, mely minden buvó helyet belep! A természet, mely nem adott neki aczél-izmokat a szirteken való futásra, más, igen gyökeres módon segített rajta; felruházta őt azzal a tulajdonsággal, hogy az évnek mintegy  $\frac{2}{3}$ -adát, menten minden gondtól, mély álomban töltsse. A tél közeledtével készít is magának minden marmota téli szállást, mely rendesen alantabb van a hegyoldalon

mint a nyári; telehordja maga kaszáta, maga szárította és maga takarta szénával, belebúvik, a bejáratot betömi földdel, mohhal s összekuporodik, hogy testének lehetőleg csekély felületet adva, a kisugárzást a minimumra csökkentse és alszik mint a bunda egész tavaszig. Testének hőmérséklete leszáll környezete hőmérsékletéig s életfolyamata olyan lassúvá válik, hogy csak 15-öt lélezkzik egy óra alatt. — A természet ébredésével felocsúdik ő is és elhagyja téli koporsóját. Kezdetben a szélpajtákon megmaradt száraz fűszálakkal táplálkozik, melyekért sokszor nagy útát kell megtennie lakásától. Csakhamar megjelennek azonban a friss, zamatos alpesi növények s a marmotának dús asztala van megint, melynek áldásától ismét meghízik, s a 8—9 hónapi böjtöt megint kiállja.

Asztaltársa a marmotának a *havasi nyúl* (*Lepus variabilis*). Ez is ott lakik a kövek között, a törpe fenyő határán túl, a hómezők közelében. Derekbabb, ügyesebb legény a marmotánál. Igaz, hogy bátorság dolgában nem különbözik síkföldi rokonánál, hanem a telet azért még sem tölti álomban; az is igaz, hogy lakása a kövek között, a föld alatt van, hanem azért messze is eltávozik tőle. Hiszen ha futni kell, van neki arra jó lába. Azután ötlet nem is könnyű meglátni; se télen, se nyáron. Deczemberben, mikor a hegyek mindenütt hóval fedvék, ő is olyan tisztafehér mint a hó; tavasz felé, mikor a hó piszkos, ő is el kezd szürkülni; aprilisban már tarka s májusban egészen szürke mint a szirtek, melyek környékén tartózkodik. A havasi nyúl lakása a kövek között van ásva; ott alszik, ott pihen élete párjával. A gazd'uram mindenkör éber s feltartott fejjel, egyenesen álló fülekkel szundikál; az anyjuk már kényelmesebben hever; két lábát előre s »arra állat nyújtja« mint a komondor, ha kedvére akar pihenni. Az éjszakát mindaketten otthon töltik. Korán reggel együtt hagyják el a tanyát; kimennek a legközelebbi rétecskére, fülöket hegyezik, minden oldalra forgatják, szimatolnak, vajjon nincs-e valamelyik ellenségök közelükben; leharap egyik is, másik is néhány szál alpesi lóherét, vagy illatos cziczakafarkot, azután megint körülnéznek, megint szimatolnak mindenfelé. A míg jól laknak, a Nap aranyos sugarai elöntik fényárral az alpesi rétet s a két tapsi-füles elnyújtózkodik a harmatos réten vagy a napsütötte kövön, mellyel színök teljesen egybeolvad. Ez az igazi olympusi nyugalom, melyet olykor egy kis fürge játék, egy kis kergetősdí, egy kis bujósdi szakít meg. — Télen persze szegényesebb az élet, kevesebb a jókedv; jó bundájokban is fáznak és éheznek, mint a magas vidékek lakói mind; különösen ha hirtelen havazás lepi meg őket. De zavarba ekkor se jönnek. Ha a havasi nyulat a hóesés a réten, lakásától távol találja, nem siet

haza, hanem lehasal a földre és hagyja, hogy a hó teljesen belepje, akár egy méternyi réteggel is; s ki sem jön a hó alól addig, míg a felső rétege meg nem fagy, míg az ő súlyát meg nem bírja; — különben nem tudna rajta szaladni s az első sas vagy ölyv elfoghatná. A míg ez állapot tart, ő kelme a hó alatt bujkál, kapargál s ott eddegéli a növények leveleit meg gyökereit. Ez élelmes kópé különben másként is segít magán: a míg a széna az alpesi réteken van, a boglyákat, szénás-ólakat szorgalmasan látogatja; mikor pedig a szénát leviszik, utána baktat ő is; a csúsztató nyomán elhullott szálakat felszededegeti és levándorol egész az alpesi falvakig. Mikor azonban a tavaszi szél kisépri a pajtákat, visszatér ő is elemébe, a magas, sziklás alpesi régióba.

A havasi nyúl taktikáit követi sok tekintetben a *havasi fajd* (Tetrao lagopus L.) Ruhájának színét ez is az évszak szerint változtatja: télen hófehér, nyáron tarka, változó, barnaszürke, mint a zuzmókkal, száraz füvekkel borított szikla; a lába egészen tollas; valóságos nyúlláb. A havasi fajd is behavaztatja magát s egész alagutakat kapar a hó alatt; télen megelégszik az alpesi rózsá rügyeivel s vidáman fürdik a friss hóban. Tojásait (7—15) is az alpesi rózsák sűrűjében költi ki; csirkéi épen úgy járnak utána pipiselve, úgy bújnak melengető szárnya alá, mint a házi tyúk fiai. Egyben azonban mégis különböznek a mi csirkéinktől: az anyjok szárnya alá csak akkor bújnak, mikor teljes biztosságban érzik magukat; mihelyt veszélyt sejtene, nyomban szerteszét futnak. Az anyjok leguggol valami szikladarab mögé, mely elrejti, s a kicsinyek mind más irányban, külön-külön kövecske mellé húzódnak és egy pillanat alatt mind eltűnnek, mintha a föld nyelte volna el valamennyit. A veszedelem eltűntével az anyjok egy hívó szavára azután épen olyan gyorsan jönnek megint össze, mint a hogy szétfutottak.

Hogy a dal se hiányozzék e kietlenségekből, a sziklaormokat választotta hazájául az *alpesi fülemüle* (Accentor alpinus). El-el-surran, le-leguggol a szanaszét heverő kövek között, majd eltűnik az apró bokrokban, majd fenn terem a szikla tetején, hogy a zugó szélben és a hózivatárban is elmondja egyszerű dalát. Szürkés-barna színe a szirteken és a kövek között őt is jól védelmezi. Járvakelve a mohos kövek közt, el-elkap egy bogárkát, egy pondrócskát; de megelégszik valami magocskával vagy bogyócskával is, a mi e vidéken épen megterem. Mint igazi magas-övi lakó, nem olyan változatos mint alföldi rokonai.

Nem hiába való a zerge ébersége, a marmota óvatossága, a havasi nyúl félelme és a havasi fajd bámulatos rejtőzködése. A szirti sasnak meg a szakállas saskeselyűnek, melyek ugyancsak itt ütöt-



tek tanyát a szirtek között, sok eledelre van szükségök és a magasból láthatatlanul csapnak le áldozatukra.

A *sakállas saskeselyű* (*Gypaetus barbatus*) Európa bérceinek leghatalmasabb madara; hatalmas, hosszú szárnya eleget mond repüléséről; csőre, karma és testalkotása erejéről. A zergegidát könnyen felviszi a sziklabástyára; a felnőttnek neki megy mint a sebes orkán, a rémülve menekülő állatnak mindenütt nyomában van a tenyérenyi sziklapárkányon és zúgva csap reá mint a tüzes villám, ott, a hol a legmeredekebb fal emelkedik ki a feneketlen mélységből, hogy letaszítsa és zsákmányul ejtse. Merészségéről Tschudi beszéli, hogy egy svájci parasztnak szeme előtt kapta el gödölyéjét. Mikor az ember valami rúddal neki vágott, a saskeselyű eleresztette zsákmányát és szárnyaival úgy el kezdte ütlegetni, hogy a jó ember okosabbnak találta kereket oldani, mint ilyen merész rablóval megvívni. A győztes saskeselyű azután körme közé kapta a vonagló gödölyét s elszállott vele oda, a hova se a megkárosult, se senki nem követhette.

Mikor a tél viharos szárnyával végig sepri a havasokat, és a zergék meg a nyulak a fanövés felé, a törpe fenyő sűrűjébe kényszerültek vonulni, napokig keringhet, zúghat ő a gerinczek fölött, míg valami enni valót kap; azért a leendő párok már ekkor összerakulnak s együtt hajtják meg a törpe fenyő vidékeit; ketten, két oldalról nyugtalanítva a vadakat, bizonyára hamarabb ugratnak ki vagy egyet. A zsákmányt azután együtt költik el. Februáriusban, mikor a vihar tombol, az orkán üvölt a szirtek ormain és vágatva kergeti maga előtt a havas fellegeket, akkor van az ő nászünnepek. A megalakult pár együtt üldögél, együtt tollászkodik a sziklapárkányon s együtt megy vadászni, vagy fészeknek valót gyűjteni. Leszállnak a törpe fenyő régiójába s ott tördelnek maguk, vagy keresik a vihar tördelte száraz ágakat — karvastagságú dorongokat — és viszik fel a magasba, a már előre kiszemelt sziklaodúba, a hova más élő lény nem igen jut el. Itt azután apróbbra tördelik a hosszú ágakat, egymáshoz illesztgetik, rakosgatják, igazgatják, míg a kedvökre való terjedelmes fészek, melybe mindketten beleférnek, el nem készül. Így alapítanak ők családi tűzhelyet, így alkotják meg családi boldogságukat, mely — igen-igen sok zergének, kecskének és nyúlak kerül életébe.

#### . A HAVASI RÉGIÓ.

»Túl a hegyek utolsó zöldjén, a sűrke szirtsorok fölött, idegenszerű világ tündöklik, — mondja Tschudi — tele bűbájjal, tele

mesés pompával, némán, komoran, mint a halál, magasztosan és fenségesen, mint az örökkévalóság.\* Szép világ, elragadó látvány; de az élő természet ebben a világban már nem talál honára. A levegő hideg, ritka; a Nap világa erőtlen. Az égbemeredő szirteket nem ékíti se fű, se haraszt; a kopár szirtek alatt elterülő hómezőket és jégsivatagokat nem eleveníti az élők világa; mindenütt csak hó, csak jég beláthatatlan területeken, vagy a büszke ormok darabjai, törmelékei khaoszszerű összevisszában, mint a mulandóság, a pusztulás komor jelvényei. *Az örök hó hazája, a glecserek világa ez!* — Azok az elemek jutnak itt uralomra, a melyek ellenségei az életnek: a vihar, mely örökösen rázza, rombolja, sepri a szirteket; a hideg, mely megdermeszti az életet s a glecser jege, mely lekotorja a növényt, eltemeti, megsemmisíti az állatot, a magot, a csírat.

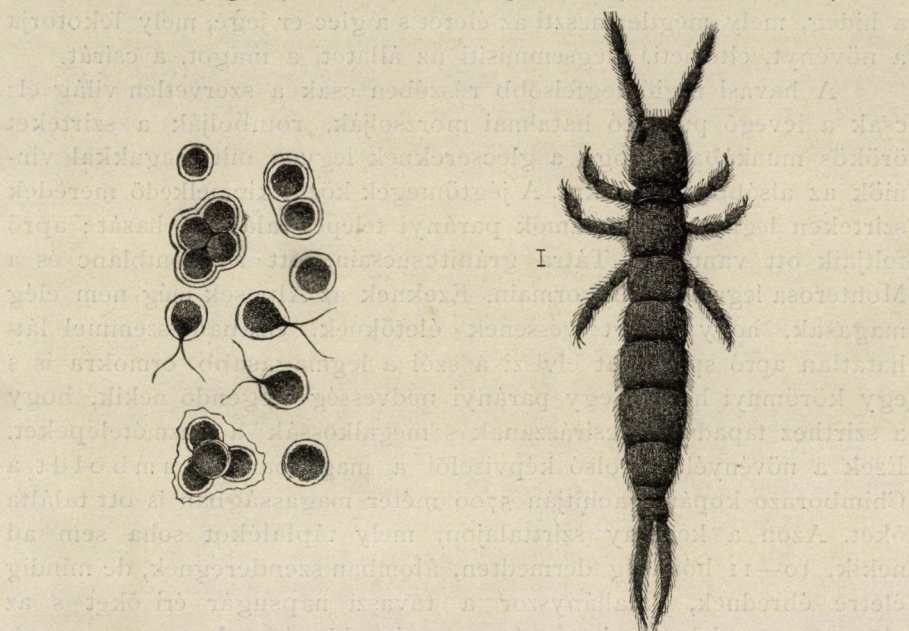
A havasi régió legfelsőbb részében csak a szervetlen világ él; csak a levegő pusztító hatalmai morzsolják, rombolják a szirteket örökös munkában, hogy a glecsereknek legyen mit magukkal vinniök az alsóbb szintájakra. A jégtömegek közül kiemelkedő meredek szirteken legfeljebb a zuzmók parányi telepei találhatnak hazát; apró foltjaik ott vannak a Tátra gránitsucsein, ott a Montblanc és a Monterosa legmagasabb ormain. Ezeknek az Alpesek még nem elég magasak, hogy határt vessenek életőknek. Szabad szemmel láthatatlan apró spóráikat elviszi a szél a legmagasabb ormokra is s egy körömnnyi hézag, egy parányi nedvesség elegendő nekik, hogy a szirthez tapadva, kicsirázzanak s megalkossák a zuzmótelepeket. Ezek a növényélet utolsó képviselői a magasban; Humboldt a Chimborazo kopár trachitján 5700 méter magasságban is ott találta őket. Azon a kemény szirttalajon, mely táplálékot soha sem ad nekik, 10—11 hónapig dermedten, álomban szenderegnek, de mindig életre ébrednek, valahányszor a tavaszi napsugár éri őket s az alatt az 1—2 hónap alatt, míg a melegebb évszak tart, nemcsak növekednek egy-egy parányit, hanem fajuk fentartásáról és terjesztéséről is gondoskodnak.

Az életnek egy lehellete az a halavány rózsaszín is, mely a a hómezőket a rideg világban sokszor száz meg száz méternyi területen mintegy ünnepi ruhába öltözteti. A »piros hó« jelensége ez, melyet egy parányi moszat, a *Sphaerella nivalis* idéz elő (7. rajz). Apró, gömbölyű, piros belü sejtjei — úgy július-augusztusban, mikor a Nap sugarai itt is olvasztják a havat, mérhetetlen számban jelennek meg a hómezőkön; szép tiszta időben rendkívül gyorsan szaporodnak és ostoros spóráikkal, melyek sebesen mozognak az olvadó s

\* Tschudi, Das Thierleben der Alpenwelt.

meglazult hóban, nagy területeket árasztanak el, míg valami zivatar friss hava el nem temeti őket.

Társul szegődik a piros havasi moszathoz egy piczi kis állat: a »havasi bolha«, miként a hegyi lakók nevezik. E 2 mm.-nyi kis rovarka — természetrajzi néven *Desoria glacialis* Nic. (8. rajz) — seregesen hemzseg a kövek alatt, a jégmezőkön és a jég hajszálnyi hasadékaiban, fel egész 4000 méter magasságig. A hosszúkás kis állatka egészen sötét-fekete, bundás szőrözettel. A bundára az ő jeges honában bizonyára szüksége is van; de javára válik a fekete szín is, mely teste melegének kisúgárzását csökkenti. Különben a hideg iránt való szívóssága bámulatos. Nicolet, első



7. rajz. A piros havasi moszat sejtjei.

8. rajz. Havasi bolha, nagyítva.

tanulmányozójok, tíz napig tartotta őket — 14 C. foknál jégbe fagyasztva, s mikor a jeget felolvasztotta, mind felébredtek s olyan elevenek és fürgék voltak mint az előtt. A helyváltoztatásra van neki három pár rövid lába és egy villaszerű, csuklóra járó és ugrásra való farka. A fején van egy pár szarvacskája, hét-hét parányi szeme és két pár erős, rágásra való állkapcsa. Hanem hogy mit rág velök sivar honában, azt nem tudjuk; valószínűleg azokat a parányi növénydarabkákat, melyeket a szelek szállítanak ama magasságokra.

A havasi régió alsó felében valamivel változatosabb az élet; ide még eljut a Föhn, s eljut a tavasz. Julius havában itt is meg-



kezdi munkáját a napsugár; olvasztja a havat, a jeget s ezer meg ezer víz-erecske siet lefelé, hogy hírt vigyen a tavasznak a havasi régióba való megérkezéséről. És az élő lények is sietnek felébredni hosszú álmukból; sietnek élni, mert hiszen rövid két vagy másfél hónap múlva újra a tél leple borul rájuk. Itt az élő lényeknek még



9. rajz. Soldanellák és boglárkák az olvadó jég szélén.

jobban kell gazdálkodniok az idővel mint az alpesi régióban; itt egész mohósággal kell felhasználniok a napsugarat, a meleget a képző szövetek alakítására, hogy a hosszú álmat kibírják s a kellő időben újra fejlődhessenek. Alig is éri a jégmezőket a tavasz első lehellete, a glecserek olvadó szélén ezrenként jelennek meg a szebbnél szebb virágok apró, parányi szárazon, hogy még közelebb

legyenek a föld anyai kebléhez; sokszor tömött, gyepszerű csoportokban, hogy a havasi zordonságok ellen egymást jobban védelmezzék. Ott nyílnak a jeges víz áztatta talajon a havasi boglárkák fehér rózsái s a Soldanellák lilaszínű harangjai (9. rajz), melyek keresztül fúródnak a jegen is. Bimbóik persze már jó előre, még a múlt nyáron alakultak s egész télen ott szenderegtek a bőrnemű levelek között. — A mint a hőmérséklet a jég olvadáspontjára emelkedik, a kis növény is felébred, lélekzetet vesz. s az első lélekzetvétellel elkezd némi meleget fejleszteni, mely a jeget a bimbó környékén elolvasztja s a bimbó fölött kis jégkupola keletkezik. Minden bimbót, mely ívszerűen meggörbült száracskán törekszik fölfelé, ilyen kristály-boltozat borít. — A kerek kis levelekben dús anyag van felhalmozva a múlt nyárról; sok meleg kitellik még belőle. A bimbó valóban emelkedik; a jég folyvást olvad fölötte; végre kibúvik hideg bőrtönéből s a lilaszínű harangocska ott himbálódzik a jég fölött a napsugárban, a szabad levegőben. — A tavalai levelek most elfonnyadnak s a jég elolvadása után újak képződnek, melyek a napsugarak erejét tartalék-anyagok alakjában újra felhalmozzák magukban, hogy a jövő tavasszal újra felvehessék a harczot a jéggel s újra fakaszthassanak virágot, mely új nemzedéknek a bölcsője.

A Soldanella és boglárka jó példáját követi a többi havasi virág is; nyiladoznak egymás után, kihímezik a hómezők szélét s fel sem veszik a hóízvatart, mely fölöttök tombol, mikor épen pártájok fakad; szívós, erős gyökerekkel belecimpeszkednek az anya földbe s elszenderülnek, valahányszor fagyos szél jár fölöttök. A havasokon se a bimbó, se a virág nem érzékeny a hideg és az időjárás mostohasága iránt; kiállanak olyan viszontagságokat, melyek alatt a síkföldi növények megsemmisülnének. »Fölöttök égbe meredő kopár szirtek, keskeny hószalagokkal; alattok mély szakadékok törmelékhalmozatokkal; az egyik oldalon végtelen firn-mező fel egész a legmagasabb csúcsokig, a másikon kékesen csillogó, száz méter vastag jégtenger, tele omladékkal és sziklatuskókkal, le egész a magas völgyig. Belepi őket a hó, elborítja a sziklaomladék, rájuk mordul a glecser menydörgő rianása, lángolva vonul el fölöttök az ég vihara s a levegő hatalmai együtt rombolnak környezetökben a földi erőkkel: de bizva és remélve küzd, törekszik az élet a balzsamos fényár felé, mint az elnyomott emberi szív az ég felé.\*«

A virágos növények az Alpeseekben mintegy 3800 méter magasságig jutnak fel. De felveszik a harczot a kietlenséggel; küzdenek és lassan fölfelé is tért hódítanak. A zuzmók spórái évről

---

\* Tschudi, Das Thierleben der Alpenwelt.



évre szállnak szerteszét, csiráznak, nőnek; az elhaltak darabkái a szirtek elmállott porával együtt megalkotják azt a parányi talajt, mely a mohoknak, majd egyes fészkes virágúak bóbítás magvának is elegendő, hogy benne kicsirázzék és növekedve, fényes virágával hirdesse az életnek a szervetlen világ fölött való győzedelmét.\*

A virágos növényekkel lépést tart körülbelül az állatélet. Meg lehetünk győződve, hogy a hol a *Silene acaulis*, a *Soldanella pusilla* virágai mosolyognak, ott akad méh is, mely meglátogatja őket. A »lég urai«, a madarak, persze, még magasabbra jutnak: a saskeselyű az Alpesek, a kondor az Andesek ormai fölött még jó magasan kering, hogy kiszemelje áldozatát.\*\*

A nélkülözések elviselése és a körülményekhez való alkalmazkodás a havasi régióban még nagyobb mértékben szükséges mint az alsóbb tájakon; itt még mostohábbak az életfeltételek. Ezekhez az állapotokhoz csak nagyon kevés élő lény tudott hozzászabódni; ez az oka, hogy e magas világban oly kevés állatra bukkan az ember. Annál bámulatosabb az ismeretes állatoknak eme szigorú körülményekhez eledelben, ruházatban, szervezetben s életmódban való alkalmazkodásuk.

Tibet magas vidékein a lovak hosszú szőrűekké váltak s megszűnik a szárított túrót, a húst, sőt a trágyát is. — A havasi csókák az Alpesekben a jégből vágják ki erős csőrükkel a belefagyott bogarakat, dögöket s ha szerét tehetik, a kisebb madarakat is megölik, tehát a gyilkosságtól sem irtóznak. A gyilkosság, rablás különben általában napi renden van a havasokon. Kevés a növényzet, hát kevés a növényevő állat is. A havasi pintyőke, melynek rokonai mind magevők, a magas vidékeken, a hol magvak nincse-

---

\* Más világrészekben, más éghajlat alatt magasabbra is feljutnak a virágos növények. Az Andeseken 4600 m. magasban még számos virító növény honos. A Chimborazo szirtjeit 4900 méter magasságban is ékesíti egy kötőfű, a *Saxifraga Bous-singaulti* Br.—Tibetben 5000 méter magasságban még árpát természetencs s 4800 méterig terjed a mongolok »moto-sirik«-je, *Kobresia tibetica*. Hooker a tibeti hegyeken 6000 méter magasságban is talált virító növényeket.

\*\* A Chimborazo s más magas hegyek csúcsai körül 4—5000 méter magasságban a legdiszesebb kolibrik laknak. A vikunya (*Auchenia vicunna*), melyre a kondor vadászik, 6000 méter magasságig tartózkodik. Ázsia magas vidékein még a nagy emlősök is csapatostól tartózkodnak olyan magasságokon, a milyeneken az Alpesekben már alig van állati élet. Az *orongo-antilope* (*Antilope Hodgsonii*), meg a *kukujmán* (*Pseudois Nahoer*) nagy nyájakban lakik a magas hegyeken s a legmeredekebb szirteket mássza meg eledeléért. A magas völgyeken, a havasi legelőkön ménesenként száguld végig a vad szamár vagy *kúlán* (*Asinus kiang*). A *vad jak* (*Poëphagus mutus* Prs.) nagy csordákban legel a havas lejtőkön s túl megy az 5000 méteren. Ilyen magasságban ássa földalatti lakását a *tarabagan* (*Arctomys Roberovszkii*), meg a tibeti nyúl (*Lagomys*).

nek, pondrókkal és rovarokkal táplálkozik s fiait is azokkal éteti. A sík földön ismeretes bogaraknak legfeljebb  $\frac{1}{3}$ -da rabló; a magas vidékeken a bogarak  $\frac{5}{6}$ -da egymás élete ellen tör. Az a néhány pók, mely e magas régióban él, mind kóborolva, vadászva keresi eledelét; fogó hálót nem sző, jól tudva, hogy abban ugyan nem egyhamar akad meg rovar. A *havasi farkaspók* (*Lycosa blanda*), melynek az Alpeseekben 3000 méteren túl van a hazája, a tavasz ébredésével épen úgy siet élni, mint a növények virítani; talpon van, mihelyt a hó olvadni kezd s azokat a rovarkákat ejti könnyű szerével zsákmányúl, melyek akkor még félig dermedt állapotban vannak s nem bírnak előle menekülni. A legtöbb pók szőrös bundában, gyors lábakkal s éjjel jár itt zsákmánya után, mikor az érzékenyebb rovarok mélyen alusznak a fagyos levegőben.

A ruházat színe vagy egyezik a környezet színével még az évszakok szerint is, mint a havasi nyúl és a havasi fajd, vagy általában sötét. Még a zerge is sötét, majdnem fekete ruhát ölt a magas vidékeken. Alul, felül, egészen fekete színű a havasi poczok és a havasi cziczkány. A magas hegyi bogarak, bár síkföldi legközelebbi rokonaik általában érczfénnyel ragyognak, mind fénytelen feketék; sőt a lepkék is mind sötétszínűek itt. A sötét szín — miként már említettük is — a test melegének kisugárzását csökkenti, s így nagyon helyén van a havasi régióban.

Miként megy végbe a bogarak hosszú átalakulással járó szaporodása és fejlődése a rövid nyáron át, még ismeretlen. Valószínű, hogy több nyárra terjed mint a síkföldi rokonoké; az első nyáron talán csak a peték megéréséig jut a szaporodás s a peték változatlanul állják ki a hosszú telet; a második nyáron kibúvik a lárva s átesve az első vedlésen ismét álomra van kényszerítve — s így tovább. Az élet e mozzanatai még titokszerűek itt.

Az is nevezetes, hogy a havasi régióban lakó bogarak mind szárnyatlanok. Valószínű, hogy a repülés a hó és jég borította vidékeken, az erős légáram járta magaslatokon kárukra volna; a szél a repülő bogarat könnyen megkaphatná s a glecserre sodorhatná, a hol azután sírját lelné, mint azok a lepkék és más repülő rovarok, melyek akaratjuk ellenére, az alsóbb régiókból, a levegő áramával kerültek oda.

A felsőbb rendű állatok közül is vannak néhányan, melyek megküzdének a havasok viszontagságaival. A havasi fajd, a havasi nyúl, a havasi fülemüle még egészen otthon érzi magát e régió alsó felében. Nyáron fellátogat ide a zerge is. Itt bujkál a hó alatt kapart alagutjain a *havasi poczok* (*Arvicola nivalis*) s itt tölti életét a *havasi pintyőke* (*Montifringilla nivalis*). A hó és jég közül



kimagasló meredek sziklafal az ő kedves otthona; ennek kiálló párkányán dudolja el gyarló dalocskáját párjának s ennek rejtekében rakja meg fészket messziről hozott növénytörzsekből, kibélelve puha nyúlshőrrel, finom fajdtollal, hogy meleg hajlékuk legyen fiainak a zordon világban.

Miként a zöld vetésből a dalos pacsirta, a hullámzó tengerről a sirály: éppen úgy nem hiányzik az Alpeselek sziklabástyáiról,



•10. rajz. Hajnal-madár.

3—4000 méter magasban, a *havasi csóka* (*Pyrrhocorax alpinus*). Ott üldögélnek seregesen a sziklatornyokon, mint alföldi csókáink a templomtornyokon; föl-fölreppennek, rikácsolnak, körülvágyogják a szirtet, azután ismét együttesen telepednek le párkányaira. Egy-mást nagyon szeretik; társasan élnek, társasan fészkelnek. Bámulatos tulajdonságuk, hogy a tűz iránt különös vonzalommal viseltetnek. Egy háznál tartott szelid példányról Tschudi azt mondja, hogy

a lámpából kihúzta az égő kanóczot és — lenyelte; ezt cselekedte az apró tüzes üszkökkel is, melyeket a kályhából lopott; különös öröme volt, mikor füstöt látott felszállani, és valahányszor csak szerét tehette, papirost, rongyokat, ágakat rakott a nyílt tűzhelyre, elébe állott és nagy figyelemmel nézte, miként emelkednek ki belőle a sötét füstgomolyok.

Legkiválóbb ékességök a tar szikláknak a *hajnal-madár* (*Tichodroma muraria*. 10. rajz), melyet hosszú, hajlott s vékony csőréről az európai *magas hegyek kolibrijának*, élénk piros szárnyáról pedig *eleven alpesi rózsának* is szoktak nevezni. Azokon a meredek falakon, azokon a kietlen szirteken él ő, melyeken még csak moh sem zöldül, melyekre kivüle más madár nem száll; melyeken senki sem irigyl meg tőle azt a néhány árva bogarat, mely ugyancsak ott tengeti életét. Félig nyitott szárnnyal kúszik fel a teljesen függőleges falon; hosszú vékony csőrével megkutatja a hasadékokat, s ha felér az oromra, leszáll a szikla lábához s onnan kezdi újra a kutatást. Lábújjai alul sajátságosan kérgesek és szemölcsösek s e szemölcsök olyan működést végeznek, mint például a szivókák a leveli béka újjain: a légnyomás segítségével tartózkodik a sima falon; szárnyait sem azért terjeszti ki, hogy mozgatásukkal segítse magát a felmenésben, hanem azért, hogy nagyobb felületet nyújtson a légnyomásnak. Mennyit kell ennek a szegény kis madárnak küszni, mászni, hogy mindennapi kenyerét ebben a szegény világban megkeresse! Bele is fárad az isten adta; azért korán fekszik és későn kél; s nem is úgy alszik mint más madár: nem ül, nem áll fél-lábon, hanem bebúvik valami alkalmas sziklaodúba és valóságosan lefekszik, lehasal, fejét előre nyújtja, mint a havasi nyúl, hogy fáradt tagjai igazában pihenjenek. Hazájának zordon tele gyakran kényszeríti, hogy alantabb tájakra vonuljon. Le is kerül egészen az alföldekre; én már Budapesten is láttam, a Gellérthegy kopár dolomitján. A sziklákhöz való ragaszkodását az alföldön is annyira megtartja, hogy a fára vagy a földre soha sem száll; ez nem méltó a magas hegyek lakójához. A hol nincs szikla, ott a templom-tornyokat, házfalakat mássza, úgy keresi eledelét. Télen sok pusztul el éhen. A melyek a telet szerencsésen kiállották, a tavasz első lehelletére visszatérnek az ő kedves sziklavilágukba; odatapadnak megint a meredek szirtfalra és azok lesznek, a mik voltak: a komor szirteknek ékességei, eleven alpesi rózsái.

PASZLAUSZKY JÓZSEF.



## A MOLEKULASÚLYOK TÉRFOGATÁNAK EGYSÉGÉRŐL.\*

Gay-Lussac nagy fölfedezései állapították meg 1805- és 1808-ban\*\* azt a tapasztalati törvényt, mely szerint a chemiailag egymásra ható gázok és a belőlük keletkezettek térfogatai egyszerű raczionális viszonyban vannak. Avogadro\*\*\* olasz fizikus e törvénynek 1811-ben egy szerencsésen választott hipotézissel elméletileg megokolt magyarázatot adott. Szerinte a Gay-Lussac-féle törvény akként magyarázható meg, hogy a különféle gázok egyenlő térfogataiban a különvált részecskének, az úgynevezett molekuláknak egyenlő számát tételizzük fel, (vagy fogadjuk el). E fontos dolgozatot megjelenése korában, valószínűleg hipotétikus irányánál fogva, alig méltatták figyelemre és csaknem megfeledkeztek róla, noha Ampère 1814-ben hasonló nézeteket fejtett ki.† Jóval később az organikus chemia terjedelmes fejlődésével Dumas, Gerhardt és Laurent, Cannizzaro és mások működése folytán újra felmerült ez az eszme. Egyes vegyületek, mint a chlór-ammonium gőze, látszólag ellentétben voltak e tétellel. A kérdés nagy jelentőségénél fogva már 1865-ben előterjesztettem a m. tud. Akadémiában†† idevágó kísérleteim eredményét. E kísérletek szerint a látszólagos ellentét oka abban rejlik, hogy az ilyen vegyületek a gőzzé alakulás alkalmával teljes dissociációt szenvednek. Ha az elfogadható, akkor a kérdéses tétel szigorúan érvényesnek tekinthető. Bár kísérleteim bizonyító erejét H. St. Claire-Deville akkorában kifogásolta,††† Ma-

rignac\* és később Horstmann\*\* vizsgálatai kísérleteimnek és a belőlük vont következtetéseimnek helyességét egészen más utakon kétséget kizáró módon igazolták.

Mióta e kérdést számos egyéb vizsgálatok eredménye szerint is ily értelemben döntötték el, azóta az egyesített Gay-Lussac és Avogadro-féle tétel az újabb chemia egyik legfontosabb alapját képezi. De egy bizonyos megszokás, mondhatnám tudományos előítélet, sokáig elhomályosította ezt a tételt, és hatását a tudomány fejlődésére meglassította. Ennek egyik oka abban rejlik, hogy a tételt maga Avogadro, úgy mint követői is hipotétikus alakban formulázták. Másik oka felfogásom szerint az, hogy a molekula térfogat-egységét nem helyesen választották meg. Ez még azon időből származott, midőn az atomsúlyok összehasonlításában az oxigént vették alapul és a molekula-térfogat egységeül a nyolcz súlyrész (egy aequivalens) oxigénnek megfelelő tért fogadták el. Innét vannak az ilyen kifejezések »a vegyületek gázalakban négy térfogatot töltenek be«,\*\*\* mely egyes francia chemikusoknál még ma is divatos. Később Gerhardt és Laurent utánuk a német chemikusok hallgatólag a molekula-volum egységeül a hidrogéngáz súlyegységének térfogatát fogadták el. Ezt ugyan ritkán fejezték ki határozottan, de bizonyára ezen alattomban elfogadott egységre vezethető vissza, az az állítás, hogy »az organikus vegyületek gázalakban két térfogatot töltenek be«. E kifejezés pedig csaknem úgy hangzik, mintha azt mondanók, hogy »az egynek egysége a kettő«. A molekula-térfogatnak ezen szokásos egysége tu-

\* A m. tud. Akadémia 1888. márczius 12-iki ülésén tartott előadás.

\*\* Mém. d'Arcueil. T. II.

\*\*\* Journ. de physique p. Delamétherie 73. k. 58—76. l. 1881.

† Annales de chimie 90. k. 43. l. Lettre de M. Ampère a M. le comte Berthollet.

†† A szabályellenes gőzökről, a m. tud. Akadémia math. és természett. közl. V. k. 171. l. 1865.

††† Compt. rend. LIX. 1057.

\* Ugyanott LXVII. 877. l.

\*\* Berichte d. deutsch. chem. Gesellschaft II. k. 137. l. 1869.

\*\*\* A »gáz« kifejezésbe e dolgozatban mindenütt a túlhevített gőzöket is beletértjük.



lajdonképpen a hidrogéngázra vonatkoztatott gáz-sűrűségeknek az egysége. De Avogadro és Ampère eszméinek értelmében a gáz-sűrűségek és a gázalakban egymásra ható vegyület-mennyiségek térfogatai nem azonosak, hanem csak arányosak. Világos ennél fogva, ha a két nem azonos, csak arányos mennyiséget ugyanazon egységre vonatkoztatjuk, legalább is félreértésre adunk alkalmat. A molekula térfogat-egységének ezen helytelen választásából következik, hogy a phosphornak, arzénnek, a selennek és az ozonnak, meg a kén bizonyos módosulatának ( $S_6$ ) Hofmann-tól úgynevezett »Gasvolumgewicht«-je, a molekulásúltnak fele,\* illetve  $\frac{2}{3}$ - és  $\frac{1}{3}$ -a stb., holott Avogadro eszméje szerint ezeknek minden esetben egyenlőknek kellene lenni. A helytelen egységnek és a hipotézisek iránti hajlammak eredménye valószínűleg az a durva tévedés is, mintha a sósavat féltérfogat hidrogén és ugyanannyi chlór, a vizet pedig két térfogat hidrogén és egy térfogat oxigén alkotná. A tévedések ilyen sajnálatos alakban néhány magyar tankönyvbe is becsúsztak.

Mindezen zavarokat teljesen elháríthatjuk, ha az egységet helyesen és a hipotézisektől függetlenül választjuk meg. Az egymásra ható anyagok súlymennyiségeinek (az ú. n. molekulásúlyoknak) egységül általánosan el van fogadva a különféle vegyületekben foglalt hidrogén legkisebb mennyisége (a hidrogénnek ú. n. atómsúlya). A molekulasúlyok és gázok térfogata között fönnálló összefüggést legtermészetesebben fejezhetjük ki akkor, ha a molekulasúly térfogatának egységül szintén olyan gázalakú hidrogén-vegyületet választunk, mely vele egyenlő térfogatú egyéb gázokhoz hasonlítva, a legkisebb hidrogén-mennyiséget tartalmazza. Az utóbbi feltételnek megfelelő gázok a

sósav, a hidrogén-bromid, -jodid és -fluorid meg a kéksav. Ezek közül gyakorlati szempontból, mert szabatosan meg van vizsgálva és könnyen előállítható, legcélszerűbb a sósavgázt használnunk. A fönnebb mondottakhoz képest fogadjuk el, hogy a *gázok molekulásúlyának térfogati egysége a súlyegység hidrogént tartalmazó sósavgáz térfogata* legyen. Számítsuk ki a sósavgáz azon mennyiségének térfogatát, mely egy gramm hidrogént tartalmaz. E térfogat a sósavgáz sűrűségének vezetése alatt nagy gonddal történt meghatározása alapján =  $22.33$  liter.\* E közmegegyezés mellett minden gáz molekula-térfogatának ( $22.33$  liter) súlya a molekulásúlyt fejezi ki grammokban; még pedig egész általános érvénnyel az egyszerű és összetett gázokra egyaránt.

A félreértés az eddig használt egység megválasztásában onnan eredt, hogy térfogati egységül nem a hidrogén-súlyegységét tartalmazó gázalakú vegyületek térfogatát, hanem a szabad hidrogéngáz súlyegységének térfogatát fogadták el. De ez tapasztalás szerint félakkora térfogatú, mint a súlyegység hidrogént tartalmazó sósavgáz térfogata. E szerint a molekulasúly térfogatának összetett egységül, a súly és a térfogat összetartozó értékei helyett, az utóbbinak felét fogadták el. A helytelenség viszonya épen olyan, mintha a munka mértékül használt *kilogramméter* helyett a *kilogrammfélméter* használnók egységül. E tévedés valószínűleg azon régi megszokásból eredt, hogy a szabad állapotú hidrogéngázt azonosítják a vegyületekben alkatrészként foglalt hidrogénnel. Már pedig tanulmányok alapján szerzett meggyőződéseim szerint, a szabad állapotú test és a chemiailag tévesen ugyanazon névvel jelölt alkatrész között

\* Hofmann A. W. Einleitung in die moderne Chemie. Fünfte Aufl. 1871. 144. l. »Die Verbindungsgewichte sind halb so gross wie die Gasvolumgewichte.«

\* L. Math. természett. Értesítő I. k. 44. l. A fönnebbi érték az összes mérések középértékéből, a földrajzi szélesség  $45^\circ$ -ára van átszámítva. E szám teljesen megegyezik azzal az értékkel, a melyet hasonló módon számítva, az oxigén sűrűségéből Regnault adatai alapján kapunk.

éles különbséget kell tennünk, ha a testek kémiai szerkezetének lényegét nemcsak filozófiai, de tisztán tudományos szempontból tekintve is, helyesen akarjuk megítélni. Az érintett okból a chemikusok nem jöttek annak tudatára, hogy a molekulasúly térfogatanak összetett egysége össze nem tartozó alapegységekből volt megalkotva. Eme helytelen egység használatának következményei a főttebb érintett ellentmondások. Jórészt ennek tulajdonítható, hogy az *Avogadro*-féle tételt oly sokáig nem tudták általánosan érvényes alakban kifejezni. Innét van az is, hogy e tételt még mai nap sem találjuk kézi könyvekben hipotézistől függetlenül, tehát kifogástalanul formulázva.

Nagy fontosságánál fogva a tudomány érdekében igen kívánatosnak tartom, hogy e tételt, valamint a vele szoros kapcsolatban álló többi vegyszertani törvényt és ezek folyamányát: a molekula- és atómsúly fogalmát, a hipotézisektől teljesen függetlenül, tisztán tapasztalati alapon formulázzuk. Ha a most defineált molekulatér térfogatának egységét alkalmazzuk, e célú nemcsak tudományos, hanem didaktikai tekintetben is helyesen érhetjük el. Ezt legegyszerűbben igazolhatom, ha a kéziratban már nagyjából készen lévő tankönyvem idevágó fejezetének gondolatmenetét röviden átvázolva, a kérdéses tételeknek és alapfogalmaknak tölem megállapított formulázását közlöm.

1. Az állandó súlyviszonyok törvénye (Proust törvénye). Kísérletileg bebizonyítjuk, hogy 22·33 centiliter = 36·centigramm sósavgázból, nátriumfém-mel elbontva, 11·165 cl. hidrogéngáz keletkezik. Ennek súlya 1 cg., miből egyszerű módon levezetjük, hogy a sósav 1 s. r. hidrogén és 35·4 s. r. chlór-ból áll. E kísérlettel bebizonyítottuk, hogy 1 gr. hidrogén 22·33 l. sósav-gázban foglaltatik, s ekként a gázok molekulasúlyának térfogati egységét, röviden a kémiai térfogat egységét is definiáltuk. A tárgyalás további folyamára még csak

abban kell megállapodnunk, hogy ezentúl valamennyi gáz elemzéssének eredményét mindig a most jelzett kémiai térfogategység, azaz 22'33 l. súlyára vonatkoztatva fejezzük ki. Ennek megkönnyítése végett a tekintetbe veendő néhány gáz 22'33 literének súlyát, sűrűségeiből kiszámítva, egy táblán bemutattjuk. A távolból is jól látható volumetrikus gázelemzések adataiból, e tábla használatával az előadásokban hosszás számítások mellőzésével, közvetlenül megállapíthatjuk a vizsgált gázok kémiai összetételét és pedig alkotórészeik súlymennyiségei szerint kifejezve.

A sósavgáz fönnebbi elemzését követi ugyanezen gáznak két synthesise hidrogén és chlórból; egyszer az egyik, másszor a másik gáz fölöslegével bizonyítván, hogy a fölöslegek a chemiai hatásban részt nem vesznek. A víz elektrolitikus elemzése után, annak és a széndioxidnak egészen hasonló volumetrikus, végül súly-synthesiseit mutatjuk be. Ezen kísérletek eredményének egyszerű összefoglalása és általánosítása közvetlenül rávezet az *állandó súlyviszonyok tételére*, mely szerint:

*Ugyanazon vegyületben az alkatrészek súlyviszonya mindenkor szigorúan állandó, azaz :*

$$\frac{A}{A_1} = \text{Const.} \quad . \quad . \quad . \quad I.$$

ha az alkatrészek viszonyos mennyiségeit  $A$  és  $A_1$ -el jelöljük.

2. *A sokszoros súlyviszonyok törvénye* (Dalton törvénye). A széndioxid, víz és nitrogén némely sajátságainak rövid bemutatása után, az előbbi tételnek alkalmazásálul megismertettjük az organikus vegyületek elemi analizisének módszereit. Így legrövidebb úton jutunk azon helyzetbe, hogy sok ezerre menő vegyület összetételének kipuhatólása módjával megismerkedünk. E vegyületek közül a legalkalmasabb kémiai összetételüket választjuk ki tényekül további tanulmányainkhoz. Az ekként kapott elemzési eredményét egy táblán úgy állítjuk össze, hogy minden illékony

vegyület 22·33 literének súlya és az ebben foglalt alkatrészek mennyisége | körülbelül következő módon legyen előtüntetve:

| A. vegyület neve      | 22·33 l.<br>súlya gr. | hidr. | oxig. | nitrog. | szén | chlór |                     |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|---------|------|-------|---------------------|
| Sósav .....           | 36·4                  | 1     | —     | —       | —    | 35·4  | illő vegyületek     |
| Víz .....             | 18                    | 2     | 16    | —       | —    | —     |                     |
| Ammonia .....         | 17                    | 3     | —     | 14      | —    | —     |                     |
| Szénoxid .....        | 28                    | —     | 16    | —       | 12   | —     |                     |
| Széndioxid .....      | 44                    | —     | 32    | —       | 12   | —     |                     |
| Kéksav .....          | 27                    | 1     | —     | 14      | 12   | —     |                     |
| Cyan .....            | 52                    | —     | —     | 28      | 24   | —     |                     |
| Hangyasav .....       | 46                    | 2     | 32    | —       | 12   | —     |                     |
| Eczetsav .....        | 60                    | 4     | 32    | —       | 24   | —     |                     |
| Alkohol .....         | 46                    | 6     | 16    | —       | 24   | —     |                     |
| Éther .....           | 74                    | 10    | 16    | —       | 48   | —     | nem illő vegyületek |
| Ethilén-chlorid ..... | 98·8                  | 4     | —     | —       | 24   | 70·8  |                     |
| Ureum .....           | 60                    | 4     | 16    | 28      | 12   | —     |                     |
| Glicerin .....        | 92                    | 8     | 48    | —       | 36   | —     |                     |
| Borkósav .....        | 150                   | 6     | 96    | —       | 48   | —     |                     |

Ezenösszeállításból az első pillanatra meggyőződhetünk, hogy ugyanazon alkatrészeknek a különféle gázvegyületek egyenlő térfogatában (22·33 l.-ben) foglalt mennyiségei egymás közt sokszorosok. A legkisebbet eme sokszorosok közül az illető alkatrész *atómsúlyának* nevezzük. A hasonló szerkezetű tábla alsó részén bemutatjuk, hogy e sokszoros súlyviszonyok nem csak a gázokra, de a nem illő vegyületekre nézve is érvényesek. Ezen az alapon a *sokszoros súlyviszonyok törvényét* következő általános érvényű alakban formulázhatjuk:

*Az alkatrészek minden vegyületben atómsúlyuknak sokszorosai szerint foglaltak.*

Ha a különféle alkatrészek viszonyos mennyiségeit  $A$ ,  $A_1$ ,  $A_2$ -vel, az illető atómsúlyokat  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ -vel, az egyszerű egész számokat pedig  $n$ ,  $n_1$ ,  $n_2$ -vel jelöljük, akkor e törvény

$$A : A_1 : A_2 \dots = nP : n_1 P_1 : n_2 P_2 \dots \text{II.}$$

melyet I-el összehasonlítva, lesz  $\frac{A}{A_1} =$

$$= \frac{n P}{n_1 P_1} = \text{Const. Ez a két törvényt egyesítve fejezi ki.}$$

E szerint az atómsúly az *alkatrésznek azon súlymennyisége, a melynek sokszorosa szerint a vegyületekben foglaltatik.* Az atómsúlyok egysége a vegyületekben foglalt legkisebb hidrogénmennyiség.

3. *A vegyületek súlyviszonyok törvénye* (Richter törvénye). Az ammonia gáz volumetrikus elemzését, chlórral elbontva, kísérletileg megmutatjuk. Ebből kiderül, hogy 22·33 l. ammóniagáz, 3 gr. hidrogénből és 14 gr. nitrogénből áll. Chemiai térfogat-egységének súlya tehát = 17. Azután *egy százalékos* oldatokkal titráló kísérleteket végezzünk.\* Ezekkel kipuhatóljuk, hogy az ammonia chemiai térfogat-egységének (az egy

\* E végből egy méter hosszúságú előadási burettákat szerkesztettem, melyeknek felső része szélesebb (16—17 mm.), alsó része pedig keskenyebb (3—4 mm.) üvegcsőből áll; alsó végök csappal van elzárva. A felső rész 10 k.-centimétert, az alsó keskenyebb 1—1 k.-centimétert jelző osztályzattal van ellátva. A buretta hátsó fala fehérre van festve, úgy hogy a fekete osztályzat és a lakmusszal megfestett oldalak bennök 0·5 cm<sup>3</sup> pontossággal távolról is leolvashatók. Ugyanezen burettákat használok az aequivalens-súlyok és a vegyértékek kísérleti előtüntetésére.

‰-os oldat 17 köbcentiméterének) hányszorosa telíti a sósavoldatnak 36,4, az ecetsavoldatnak 60 és az alkoholban oldott borkősavnak 150 köbcentiméterét. A leolvasott köbcentiméterek száma közvetlenül megadja a kémiai hatásban részt vett anyagok mennyiségét. A sósav telítésére elhasznált ammónia-oldat  $1 \times 17$  k.-cm.; az ecetsav telítésére ugyanannyi. A borkősavból  $1 \times 17$  köbcm. ammóniával kristályos só válik ki, a mely savanyú. Több ammónia hozzáöntésére a kristályos só eltűnik és a folyadék éppen semleges hatású lesz, mire a 2-ik 17 köbcm. ammóniát hozzáelegyítettük.

Az ammónia tehát kétféle súlymennyiség szerint hat a borkősavra, a melyek egymásnak sokszorosai.

Ezen adatokat egyéb alkalmas példákkal kibővítve, a fentebbihez hasonló táblán úgy állítjuk össze, hogy az egymásra ható és keletkező vegyületek mennyiségei, mint a kísérletek közvetlen adatai tűnjenek elő. Ugyanazon vegyületnek különböző mennyiségei itt egymásnak ismét sokszorosai; az ammóniánál pl. 34 és 17 s. r. A vegyület-mennyiségek sokszorosainak legkisebbikét *molekulasúlynak* nevezzük. E kísérleti tények alapján a *vegyülési súlyviszonyok törvényét* következő tételben fejezhetjük ki.

*Minden kémiai átalakulásban az egymásra ható és a keletkező homogén testek mennyisége: molekulasúlyaiknak egyszerű sokszorosa.*

Ha az egymásra ható és a keletkező testek viszonyos súlymennyiségeit  $Q$ -val, az illető molekulasúlyokat  $M$ -el, az egyszerű egész számokat pedig  $n$ -el jelöljük, akkor

$$Q : Q_1 : Q_2 \dots = nM : n_1 M_1 : n_2 M_2 \dots \text{III.}$$

Ezek szerint a *molekulasúly a vegyületeknek azon súlymennyisége, a melynek sokszorosai szerint a kémiai átalakulásokban egymásra hatnak vagy keletkeznek*. A molekulasúlyok egysége a vegyületekben *alkatrészül* foglalt legkisebb hidrogénmennyiség. Ez egység tehát ugyanaz mint az atómsúlyok egysége.

4. *A molekula-súlyok törvénye* (Dalton második törvénye). Az előbbi táblának vízszintes soraiban felírt számok az alkatrészek atómsúlyának sokszorosai, ezeknek összege pedig az első számrovatba beírt mennyiségek. Ha ezen összegeket a sósav-, ecetsav-, borkősavnak és gliczerinnek kísérletileg talált molekulasúlyával összehasonlítjuk, azt találjuk, hogy a kérdéses összegek és a molekulasúlyok egyenlők. Ezt az összefüggést minden vegyületre kiterjesztvén, a *molekulasúlyok törvényét* következőleg fejezhetjük ki:

*A molekulasúly egyenlő a vegyületben foglalt atómsúlyok sokszorosainak összegével. Azaz*

$$M = nP + n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots \dots \text{IV.}$$

5. *A gázok vegyülési térfogatainak törvénye.* (Gay-Lussac térfogati törvénye.) A vízgőz volumetrikus synthesisét hidrogén és oxigénből, továbbá a chlór-ammónium synthesisét sósavból és ammóniából kísérletileg mutatjuk meg. Ezeknek és az előbbi kísérleteknek hasonló adatait, t. i. a sósav-, széndioxid-s ammóniára vonatkozókat oly módon állítjuk egybe, hogy az egymásra ható és a keletkező gázok térfogatai előtűnjenek. Ezen adatok összefüggését általánosítva és összefoglalva, következőképp fejezzük ki Gay-Lussac *térfogati törvényét*:

*Kémiai átalakulásokban a kölcsönösen ható és keletkező gázok térfogatai egymásnak egyszerű sokszorosai.*

Ha az egymásra ható és keletkező gázoknak térfogatát  $V$ -vel, az egyszerű egész számokat  $n$ -nel jelöljük:

$$V : V' : V'' \dots = n : n' : n'' \dots \dots \text{V.}$$

A III-ik törvény szerint az egymásra ható és keletkező vegyület-mennyiségek a *molekulasúlyok* sokszorosai. De a kölcsönösen ható és keletkező gázok *térfogata* egymásnak szintén egyszerű sokszorosai. Ebből szükségképen következik, hogy egyrészt a molekula-súlyok, másrészt a gázok térfogata között valamely egyszerű viszonynak kell léteznie. Hogy e viszonyt megtaláljuk, elégséges a különféle testek molekula-súlyának

megfelelő térfogatokat összehasonlítani. A sósav, ammonia, ecetsav stb. molekulásúlya, a melyeket előbb kísérletileg határoztunk meg, a tábla első számrovatában van felírva. De e gázalakú testekből az első rovat számai mindenütt egyszersmind egyenlő térfogatoknak ( $2 \cdot 2 \cdot 33$  l.) súlyát fejezik ki (grammokban). Ebből egyenesen következik az *egyesített Gay-Lussac és Avogadro-féle törvény*.

*Minden homogén gáz molekula-súlyának megfelelő térfogata egyenlő.*

A molekulásúlynak megfelelő térfogatot egyik gáznál  $V_{(m)}$ -vel, a másiknál  $V'_{(m')}$ -vel jelölve, lesz

$$V_{(m)} = V'_{(m')} \dots \dots \dots \text{VI.}$$

Ha a molekulásúlyokat grammokban ( $g$ ), a betöltött tért pedig literekben fejezzük ki, akkor bármely gáznak gramm-molekulatérfogata  $V_{(g)(m)} = 2 \cdot 2 \cdot 33$  liter\*. Szóval a kezdetben defineált molekula-térfogat egységének súlya minden gázra ugyanaz, mint maga a molekulásúly.

A hidrogéngázra mint egységre vonatkoztatott gázsűrűségek ( $S_h$ ), épen úgy mint a gázok molekulásúlya ( $M$ ), egyenlő térfogatok viszonyos súlyát fejezve ki, világos, hogy gázok vagy túlhevített gő-

zökre nézve  $\frac{S_h}{S'_h} = \frac{M}{M'}$ . Innét  $M = \frac{M'}{S'_h} S_h$ . Az utóbbi kifejezésben előforduló állandók meghatározására, a sósavgázra vonatkozó értékeket,  $M' = 36 \cdot 37$   $S'_h = 18 \cdot 125$  helyettesítve lesz:  $M = 2 S_h$ . Szóval a molekulásúly számértékét megkapjuk, ha a hidrogénre vonatkoztatott gázsűrűséget kettővel szorozzuk. Ezt IV-el egyesítve előáll a következő egyenlet:

$$M = nP + n_1 P_1 + n_2 P_2 + \dots = 2 S_h$$

a mely valamennyi vegysúlytani törvényt egyesítve fejez ki, és pedig  $2 S_h$  elhagyá-

\* A molekulatérfogat ezen egységét már 1867-ben használtam a szénnoxisulfid összetételének megállapításában. L. Értek. a Term. kör. 1867. VII. sz. az értekezés 7-ik lapján.

sával a Proust, Dalton és Richter-féle törvényeket minden ismert vegyületre nézve általános érvényű módon. Ha pedig a jobboldali kifejezést is hozzá tesszük, a gázalakú testekre nézve az előbbi törvényeken kívül a Gay-Lussac Avogadro-féle törvényt is magában foglalja. Szóval ezen egyenlet mindazon törvényeket egyesíti, a melyeken a kémiai képletek alapulnak. A jelenleg általánosan használt empirikus képletek mindenike eleget tesz a fentebbi egyenletnek, ennél fogva ez igen alkalmas a képleteknek levezetésére a kísérlet adataiból.

\*

Az előadottakból, úgy hiszem, eléggé kívülről, hogy a molekulatérfogat egységének fentebb közölt definíciója okadatolt. Erre Gay-Lussac tapasztalati törvénye nemcsak feljogosít, de utal is bennünket. Ennek felhasználásával egyszerű kísérleti adatokból kiindulva, világos és összefüggő alakban vezethetjük le a vegysúlytani törvényeket, még pedig a mi a földolog, a hipotézisek teljes mellőzésével. Ugyanekként a molekulásúly és az atómsúly mint vegysúlytani fogalmak tisztán tapasztalati alapon defineálhatók. Ha a fentebbiekben a molekulásúly helyett mindenütt a »vegyületsúly«-t, az atómsúly helyett az általánosabb jelentésű »alkatrészsúly«-t helyettesítjük; a törvények és fogalmak formulázásában, a különvált részecskék hipotézisének árnyéka sem fordul elő. Ez által a vegyület és alkatrész műszók minőségi jelentősége az eddigi értelemben érintetlen marad. Hogy az alkatrész használata jobb lenne, abból is kiderül, mert ekkor a vegysúlytani törvények nemcsak az elemi, hanem minden összetett alkatrésze is érvényes módon volnának kifejezve. Ezekből megítélhető az előterjesztett levezetésnek tudományos és didaktikai jelentősége. Tisztán tudományos szempontból szigorúbb volna, ha a Gay-Lussac-féle törvényből indulnánk ki és ezen az alapon a vegyületsúly térfogatát meghatározva, vezetnénk le a tör-



vényt. Azonban a történeti fejlődés sorrendje, kiváltképen pedig didaktikai okok miatt, egyelőre czélszerűbbnek tartom a levezetésnek a fentebbiekben közölt módját.

Az országos közoktatási tanács részéről nemrég az elemi és középiskolák kémiai tankönyveinek elbírálásával bízattam meg. Ez alkalommal sajnos tapasztaltam az idevágó világirodalom ziláltságának hatását hazai szerzőink

némelyikére, kivált a kémiai törvények és alapfogalmak megállapításában. Alig szükséges fejtegetnem, hogy ez nemcsak az oktatás sikerére, de kezdődő szakirodalmunknak helyes irányban való fejlődésére is káros. Ha ez irányban előterjesztéssel némi hasznos szolgálatot tehettem, fáradozásomat bőven jutalmazottnak tekintem.

THAN KÁROLY.

## EGY ROBBANÁS TÖRTÉNETE.\*

Ez idén februáriusban történt.

A fizikai sorozatos előadások már javában folytak. Mikor a hőtan ismeretésére került a sor, az előadó báró Eötvös Loránd egy alkalommal úgy nyilatkozott előttem, hogy szeretné a hallgatóságnak kísérletileg megmutatni azt, hogy a mikor a folyadékok az ú. n. válságos hőmérsékletre hevülnek és a folyadék saját gőzében eltűnni látszik: a gőz és folyadék keveréke úgy keletkezik, hogy a mi alatt a folyadék fajsúlya a melegezés miatt csökken, az alatt a gőz fajsúlya a növekvő nyomással emelkedik és e szerint a fajsúlyok annyira közeledhetnek egymáshoz, hogy a folyadék a szó szoros értelmében összekeveredik a maga gőzével. E keverék természetesen kisebb a fajsúlya, mint a folyadéké, de nagyobb, mint a gőzé, a míg a kritikus hőfokot el nem éri; és éppen ezt kell vala a kísérletnek megmutatnia.

A kísérlet megtételére kettő szükséges: 1. olyan folyadék, amelynek kritikus hőmérséklete ne legyen nagyon magasan; 2. egy szilárd test, mely uszó jelzőül szolgáljon és a melynek fajsúlya e szerint kisebb legyen a folyadéké, de nagyobb a gőz fajsúlyánál, a míg a kritikus hőmérsékletet el nem éri; ellenben kisebb a folyadék- és

gőzkeverék fajsúlyánál, ha ez a kritikus hőmérsékletet túllépte. Könnyen érthető, hogy az ilyen szilárd test a folyadék felületén mindaddig úszni fog, a míg a melegező folyadék a gőzében el nem tűnik. Abban a pillanatban azonban, mikor a folyadék a kritikus hőmérsékletet elérte és ennél fogva a folyadék szintje eltűnik: a szilárd testnek a folyadék- és gőzkeverékben föl kell emelkednie.

Már az egymaga, hogy valamely szilárd test látszólag üres üvegcsőben önként felemelkedik, nemcsak meglepő tünemény, de egyszersmind tanulságos is; érdemes tehát a kérdéssel foglalkoznunk.

Megállapodtunk abban, hogy a kísérlet megtételét kipróbáljuk. Folyadékul folyós széndioxid, uszó jelzőül pedig bodzabélgolyócska fog szolgálni. A folyós széndioxid fajsúlya  $0^{\circ}$ -on  $0.947$ , a bodzabél pedig  $0.3$ — $0.4$ , tehát a golyó úszni fog a folyadékon. Ha a beforrasztott üvegcső, a melyben a tüneménynek elő kell állania, félig lesz telve folyós széndioxiddal, akkor a kritikus hőmérsékleten, a folyadék eltűnése után, a csőben foglalt széndioxid fajsúlya  $0.4735$  lesz, tehát közel oly nagy, mint a bodzabélé, mert most az előbbihez képest kétszer akkora tért foglal el. Ha a cső két harmadára van tele folyós széndioxiddal, akkor a kritikus hőmérsékleten a cső tartalmának faj-

\* Előadatott a Term. tud. Társulat 1888. máj. 16-iki szakülésén.

súlya 0·631 lesz, mert a térfogat egy harmaddal nagyobbodik. Ezen a közegen tehát a bodzabélnek úsznia kell. A félig telt csővel nem biztos a kísérlet sikerülése; ellenben a két harmadáig megtöltött cső, a számítás szerint, sikert ígér.

Magamra vállaltam a cső elkészítését. Mintegy 8—10 mm. átmérőjű csőbe, melybe a 4—5 mm. átmérőjű bodzabélgolyó könnyen mozoghatott, széndioxidot sűrítettem meg.\* Hogy mennyi lesz a csőben a folyadék, azt nehéz előre megítélni, mert a gáz a megsűrítéskor nemcsak hogy megfolyósodik, hanem a folyadék meg is fagy. A megfagyott széndioxid és folyós széndioxid térfogata között pedig roppant nagy különbség van; az utóbbinak térfogata ugyanis kétszerténél is nagyobb, mint amazé. Nem is sikerült a csövet két harmadára tölteni meg a folyadékkal, de azért a kísérlet sikerülhetett, mert a cső felénél jóval tovább volt tele folyadékkal. Mikor a csövet, beforrasztása után, a hűtőkeverékből kivettük, a bodzabélgolyócska bele volt fagyva a széndioxidba. Hogy a nagyon hideg cső hirtelen fel ne melegedjék, kitettük a szabadba —5—6°-nyi hidegre. A csőben levő megfagyott széndioxid lassacskán megolvadt s a folyadékon vígan úszkált a golyócska. A cső körülbelül egy óra hosszat volt kin a szabadban és kiállván az első próbát, t. i. a 30—40 légnyomást (ekkor a t. i. a folyós széndioxid gőzének a feszültsége —5—6°-on), beállítottuk a fűtött szobába; itt 18—20°-ra felmelegedvén, a nyomás benne kerekszámban 55 légkörre emelkedett. Kis vártat múlva bámulatomra azt veszem észre, hogy a bodzabélgolyó a folyadékban alá-súlyodt és a felületén élénk gázfejlődés mutatkozik. Mitől lehet az? A golyó épen olyan hideg, mint maga a folyadék, tehát az nem lehet, hogy a golyótól kezdjen forrni? Talán mégis, mert a bodzabél érdes felületű; az érdes felületek pedig a folyadékok forrását

elősegítik. Vagy talán a nagy nyomás a bodzabélbe szorult levegőt sajtolja ki és ez gyöngyözik a folyadékban? Bár mint legyen is, a folyadékot ismét kitettem az ablakba, mert, ámbár jól tudtam, hogy a csőben — akár hogyan forrjon is a folyadék — a nyomás addig nem emelkedhetik, míg a hőmérséklet a szoba hőmérsékleténél feljebb nem megy; az ilyen frissen készült és megtöltött csövekkel mégis nagyon óvatosan kell bánni. Az üvegnek hozzá kell szokni a nagy nyomáshoz, melytől a cső kissé kitágul és ennek megfelelőleg az üvegben magában változásnak kell végbemenni. Hogy ezt az üvegben végbemenő változást — a nagy nyomáshoz való alkalmazkodást a cső kibírja-e: előre nem lehet tudni. Az efféle cső hasonlít az olyan aknához, a melynek a gyújtó zsinórja kialudt s a zsinór meggyújtója nem mer közeledni az aknához, mert nem tudja, mely pillanatban következik be a robbanás. Én is csak a betett ablakon keresztül néztem meg néha a csövet. Egyszer csak azt látom, hogy a golyó ismét a folyadékon úszik s körülötte a pezsgés megszűnt. Ha a csövet a szobába tettem: a golyó nem sokára alá-súlyodt a folyadékban; ha ismét kitettem a hidegre, a golyó is felemelkedett. A golyócska e szeszélyes játékából két következtetést lehetett vonni: először, hogy a bodzabél fajsúlya nem 0·3, hanem ennél jóval nagyobb és nagyon közel áll a folyós széndioxid fajsúlyához; másodszer, hogy a tervezett kísérlet bodzabélgolyóval — ha már a folyós széndioxidon sem úszik — nem fog sikerülni. A bodzabél fajsúlyát a beléje zárt levegő teszi oly kicsivé; de ezt a levegőt a nagy nyomás kisajtolja belőle és innen van a pezsgés, melyet a golyócska körül látni lehet. E közben a golyócska fajsúlya természetesen mindig nagyobb és nagyobb lesz, míg végre egyenlővé, vagy legalább közel egyenlővé válik a folyós széndioxid fajsúlyával. Ámde a folyós széndioxid a melegedéskor jobban kiterjed mint a gázok, fajsúlya tehát

\* V. ö. Pótfüzetek. II. 70. lap.

tetemesen csökken. Innen van, hogy a folyadékban a golyócska felszállt, ha a cső az ablakon kívül volt, és alámerült, ha a cső a szobában volt. A cső még most is megvan, de benne a golyó lehűtésre vagy melegítésre többé nem száll alá s fel, mert már ki van belőle sajtolva a levegő s ennek következtében fajsúlya jóval nagyobb, mint a folyós széndioxidé.

A feladat megoldását más módon kellett megkísérteni.

Más csövet készítettem. A cső 12—15 mm. átmérőjű lehetett; úszóul üvegből készített, beforrasztott kis areométert helyeztem bele, melynek átlagos fajsúlya a 0.4-et nem haladta meg. Az üveg fajsúlya 2.4; az areométer átlagos fajsúlyának pedig 0.4-nél nem volt szabad nagyobbak lenni. Ebből következik, hogy az areométerre akkora tekerést kellett fűjni, hogy a beléje zárt levegő a kis eszköz fajsúlyát 0.4-re szállítsa alá. Az elkészítése meglehetősen nehéz volt, mert az egész eszköznek kicsinynek és e mellett a teke falának elég erősnek kellett lennie, hogy a nagy nyomást kiállhassa. Abban egyébiránt nem igen kételkedtem, hogy a teke és vele együtt az egész kis areométer a nyomást kiállja, mert tapasztaltam, hogy a Geissler-csövekben levő tekék, a melyek néha  $\frac{1}{2}$ , sőt egy egész liter térfogatúak, az egy légköri nyomást jól kiállják, noha a falak csaknem papírvékony-ságúak. Aránylag nagyon vékonyfalú üvegtekék bámulatos nagy nyomást kiállanak, ha az reájok kívülről hat; ellenben a belső nyomásra hamar szétdurrannak. A mi esetünkben a tekének kerekében 80 légköri nyomást kell majd kiállania, mert a folyós széndioxid a kritikus pontra lesz hevítendő s e hőmérsékleten a széndioxid feszítő ereje 80 légköri nyomás. Nem volt tehát szabad a teke falát nagyon is vékonyra csinálni, de azért a tekének elég nagynak kellett lenni, hogy az úszó fajsúlya a 0.4-et meg ne haladja és e mellett mégis elég kicsinynek is, hogy a csőben jól elférjen. A feladat nem volt könnyű, de végre sok

kísérlet után sikerült olyan úszót készítenem, mely a kívánalmaknak megfelelt.

Az úszót a csőbe tenni, a csövet folyós széndioxiddal két harmadáig megtölteni és beforrasztani semmi nehézséggel sem járt s így a cső egy pár óra alatt elkészült. Az üvegúszó is — ép úgy mint a bodzabélgolyó — befagyott a széndioxidba. E csővel még sokkal óvatosabban kellett bánni, mint az előbbivel, mert az kétségtelen volt, hogy ha a csőben levő úszót a növekvő nyomás összezúzza, maga a cső is szétdurran, izré-porrá törik. De miért kétségtelen ez? Ha a csőben levő úszó összezúródik is, ettől a nyomás nem hogy nagyobbodnék, sőt az összezúródás pillanatában valamicskét csökken; miért durranna tehát szét maga a cső? Azért, mivel a csőnek alkalmazkodni kell a belsejében uralkodó nyomáshoz. Az alkalmazkodás nem egy pillanat alatt, hanem lassan megy végbe. A cső a belsejében uralkodó nyomással egyensúlyt tart, de ez az egyensúly olyan, a mely hirtelen változás esetén végkép felbomolhat. Ehhez járul az is, hogy a lökés, a mely az úszó széttörése pillanatában a cső belsejében okvetlenül keletkezik, a csövet is erősen megrázza, sőt az úszó törmeléke a csövet összekarczolja, mintegy megsebzí. E hatásoknak — abban nem lehetett kételkedni — a cső nem lesz képes ellentállani.

Mindezen okoknál fogva a csövet nagyon lassan engedtem felmelegedni s hogy ezt elérjem, a csövet azon hidegen jól beburkoltam pamuttal s kitettem a hidegre. Itt melegegett fel a cső — 5°.ra. A megfagyott széndioxid lassanként elolvadt s a folyadékon szépen úszott a kis üveg areométer. A folyadék lassan felmelegedett a szoba hőmérsékletére. A kis üveg-úszó még ellentállt az 50—55 légköri nyomásnak s így lehetett reményleni, hogy még azt a 25 légköri nyomás-szaporulatot, a mely a kritikus hőmérsékleten elő fog állani, szintén el fogja viselni.

Az ekként felszerelt cső több napig állott s így tanúságot tett, hogy önként

már ezentúl sem robban el. A kísérletet meg lehetett tehát vele tenni.

A fizikai intézet egyik dolgozó helyiségében volt a kísérlet megteendő. Báró Eötvös Loránd, segédje és én vártuk a kísérlet kimenetelét. Vajjon ki állja-e az úszó a nagy nyomást? Érdekes lesz a pillanat, mikor az úszó felfelé kezd emelkedni; de fog-e emelkedni? — hát ha alásülyed? Ha alásülyed, akkor annak a keveréknek, a mely se folyadék, se gáz, kisebb a fajsúlya a számítottnál; s ha a fajsúly kisebb lenne, akkor a széndioxidban valamely eddig nem gyanított fizikai változásnak kellett végbemenni. Milyen lehet az a változás; mi okozhatja? Hogyan kell ezt majd kísérletileg tovább fürkészni? Ilyen gondolatokkal foglalkoztunk, midőn a szolgáló előhozta a 36° C-ra melegített vizet. Ebbe akartuk a széndioxidos csövet bemártani, hogy egy-két fokkal a kritikus hőmérséklet (30.9° C.) fölé hevüljön. A folyós széndioxid szemmel láthatólag gyorsan terjedt ki, a mint a cső a meleg vízbe merült. A folyadék csakhamar eres lett; az a tünetény állt elő, a mely akkor is mutatkozik, ha cukordarabbal a víz felületét érintjük, mikor is a cukortól finom átlászó szálak — helyesebben erek — látszanak kiindulni és a folyadékba süllyedni. A széndioxid megeresedése elárulta, hogy minő mozgás van a folyadékban; mint törekszenek a melegebb részecskék a felszínre és mint süllyednek alá a hidegebbek. A mozgás mind élénkebb lett, jelétül annak, hogy a folyadék hőmérséklete nem sokára a kritikus pontig emelkedik. A csőben levő kis úszó még mindig megállta helyét, pedig ekkor már a reája feszülő nyomásnak igen nagy-nak kellett lenni és közel lehetett ama legnagyobb nyomáshoz, a melyet az úszónak el kellett viselnie. Noha valószínű volt, hogy az úszó azt a kis nyomás-szaporulatot is kiállja, mégis üveglapokat kértem, hogy azzal legalább arcunkat és szemünket védhessük a bekövetkezhető robbanás ellen. Előhozták az üveglapokat. Az enyém oly

poros volt, hogy nem lehetett rajta keresztül látni; megfordultam, hogy a hátam mögött levő törölt ruhával letöröljem.

E pillanatban puskalövéshez hasonló durranást hallottam és a nyakamon és a fültömön — háttal állván a csőnek — sajátságos lökést éreztem, a mit nyomban szűró fájdalom követett. A bőr alá hatolt apró üvegszilánkok okozták a fájdalmat. Megfordulva, rémület fogott el, midőn láttam, hogy báró Eötvös meggörnyedve, kezeivel szemeit takarja el, s arczából csak úgy csorog a vér a padlóra. A robbanás pillanatában háttal lévén fordulva, nem tudtam, vajjon a válságos perczben szemei elé tartotta-e az üveglapot vagy sem. Hozzá intézett kérdésemre, vajjon szemei megsérültek-e? nem válaszolt. Képzeltetni a kétségbeesést, mely bennünket, sértetlenül maradtakat elfogott. Kétségbeesésünkszerencsére rövid ideig tartott; báró Eötvös végre megszólalt: »Szemeim fájnak, de úgy hiszem, nincsenek komolyan megsérülve.« Úgy is volt. A robbanás heve az üveglapot, arcához csapta, de azért a lap — bár maga eltört — szemét megvédélmezte. A vérzés az arcznak azon részén ütött sebekből eredt, a melyet az üveglap kicsiny volta miatt, nem védelmezett. Csakhamar megnyugodtunk. A vélt katasztrófa jelentéktelen balesetté törpült, a mely azonban mélyen bevésődött mindnyájunk emlékébe.

Hová lett a cső, a víz, a melybe be volt mártva? Sem egyiknek, sem másiknak nyomát sem tudtuk föllelni; izréporrá tört mind a kettő.

A kísérlet ismétléséről természetesen lemondtunk.

És most kedves olvasó, ha netalán kérdeznéd! miért irtam le mindezeket: a feleletet is ide iktatom. Tájékozni akartalak egyrészt arról, hogy a kísérleti tények megállapítása mennyi fáradsággal jár, másrészt képét akartam adni annak, hogy új kísérletek tervezésében mily sok apró részlet esik megfontolás alá s mégis mily sok a tévedés!

LENGYEL BÉLA.



# TERMÉSZETTUDOMANYI MOZGALMAK.

## I. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

12.

**A százados perturbációk kísérleti utánzása.** Földünk éghajlati változásait három ilyen perturbáció szabályozza: a napéjegyenpontok hát-rálása, a perihélium előnyomulása és az excentricitás változása.

Az elsőnek, a napéjegyenpontok hát-rálásának kísérleti megmutatására vannak alkalmas készülékek szertárainkban, a másik kettőt pedig sikerült előállítanom az ingakészülék alkalmazásával. E célra a készüléket módosítanom kellett. Alapul vettem azt a mechanikai tételt, hogy minden időszakos mozgás felbontható egyszerű harmonikus mozgásokra. Az alkotó mozgások közül egynek, vagy többnek változása megfelelő változást okoz az eredő mozgásban. Földünk keringő mozgásának összetételére nem kell több kettőnél; egyikök iránya a nagy, a másiké a kis tengelyvel eshetik össze.

A készülék három lényeges részből áll: két ingából és egy elektromágnesből. (1-ső ábra.) Az egyik ingához (A) papir van erősítve, melyre a másikkal (B) együtt lengő író toll rajzol. Az elektromágnes E az

egyik vagy másik inga alatt helyezhető el nyugvó pontjuktól különféle távolságban. Az ingák rúdja vasból van; tehát mág-

nesek, melynek alsó vége északi sark, s így az elektromágnes felső végének délinek kell lenni.

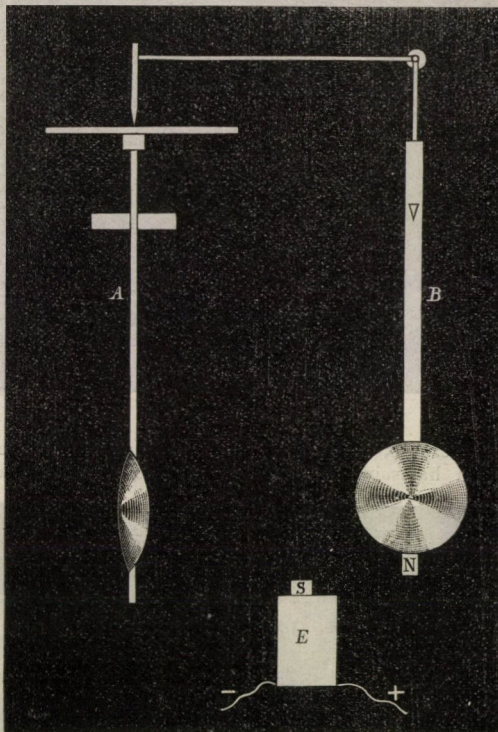
A perihélium előnyomulásának okait a következő kísérletek mutatják:

**1-ső kísérlet.** Az elektromágnes a kisebb lengésű inga alá helyezem, a lengés határpontján kívül. Hatása ilyen helyzetben megfelel az olyan felső bolygó hatásának, a mely a földpálya kis tengelyének irányában van. A készüléket mozgásba hozván, a 2-ik ábra rajzolódik le, a melyben — leszámítva a kanyarulatoknak surlódás és közegellenállás okozta kisebbülését — világosan látható a hatás eredménye, t. i. a pálya tengelyének jobbra fordulása, vagyis a perihélium hát-rálása.

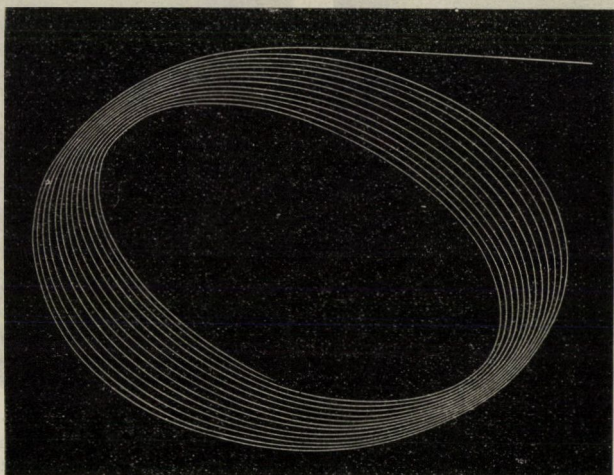
**2-ik kísérlet.**

Az elektromágnes ugyan csak a kisebb lengésű inga alá helyezem, de a lengés határpontján belül. E kísérlet a földpálya kis tengelye irányában levő alsó bolygó vonzását, t. i. a perihélium előnyomulását érzékíti, mint ezt a 3-ik ábra mutatja.

A 3-ik kísérletben az 1-ső sz. alatti is-



1-ső ábra.



2-ik ábra.



métlem azzal a különbséggel, hogy most az elektromágnezt a nagyobb lengésű inga alatt helyezem el. A hatás épen olyan, mint a földpálya nagytengelyében levő felső bolygóé, t. i. a perihélium előnyomulása. (Lásd a 4-ik ábrát.)

A 4-ik kísérlet a nagyobb lengésű inga lengési határpontján belül elhelyezett elektromágnessel azt ábrázolja, hogy miképen hat a nagy tengely irányában levő alsó bolygó földünk pályájára. Az ered-

mény az előbbivel ellenkező. (5-ik ábra.)

A bolygók illetén hatásainak összes

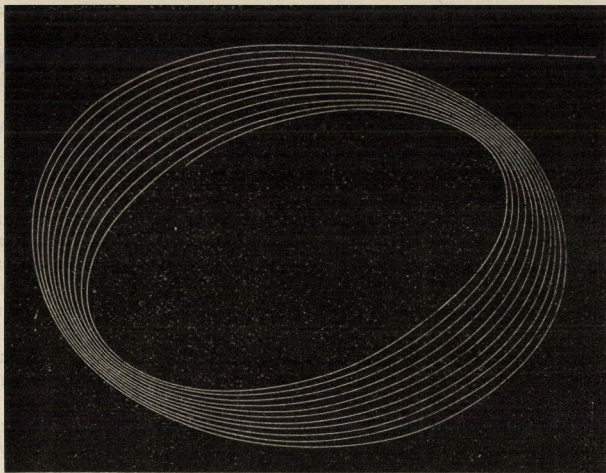
mutatása. E végett az elektromágnezt időszakossá kell tenni, még pedig akként, hogy ha felső bolygó hatását akarjuk érzékíteni,

a mágnesség tartama egy lengés-időnél, ha pedig alsóét, fél lengés időnél hosszabb ne legyen; addig tarthat t. i., míg az inga a mágneztől távozóban van. A bolygók hatását perigéumukban időszakosnak tekinthetjük.

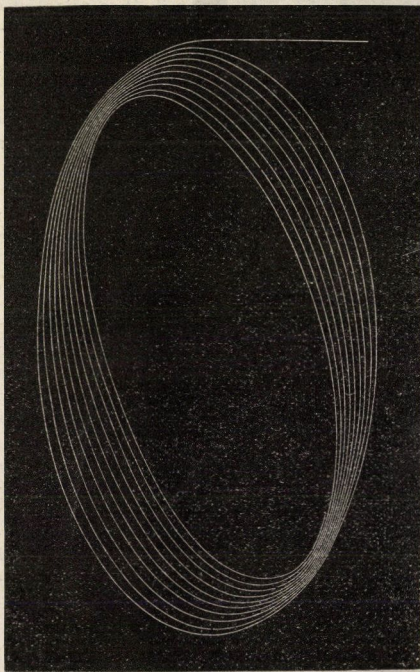
5-ik kísérlet.

Az elektromágnes a kisebb lengésű inga alatt a határponton ki-

vül van és mágnessége addig tart, míg az inga tőle távozik. Hatása megegyez azon



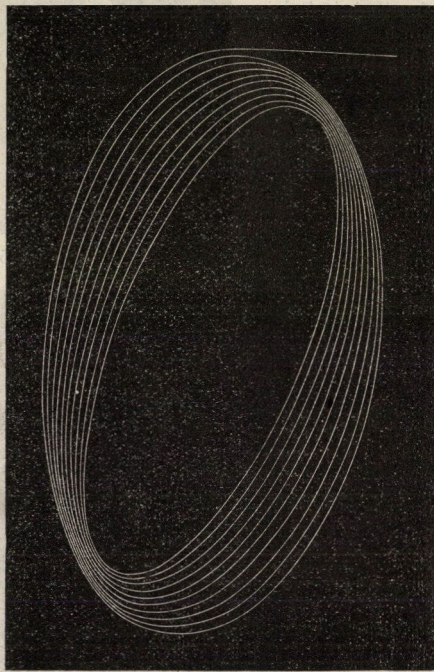
3-ik ábra.



4-ik ábra.

eredménye az, hogy a földpálya perihéliuma évenként 11'6 iv-másodpercczel előrenyomul.

A következő kísérletek célja: az excentricitás változásának és okainak ki-



5-ik ábra.

felső bolygó hatásával, a melynek perigéuma a közép naptávoltól kissé keletre esik. A 6-ik ábra mutatja az eredményt: az excentricitás növekedését.

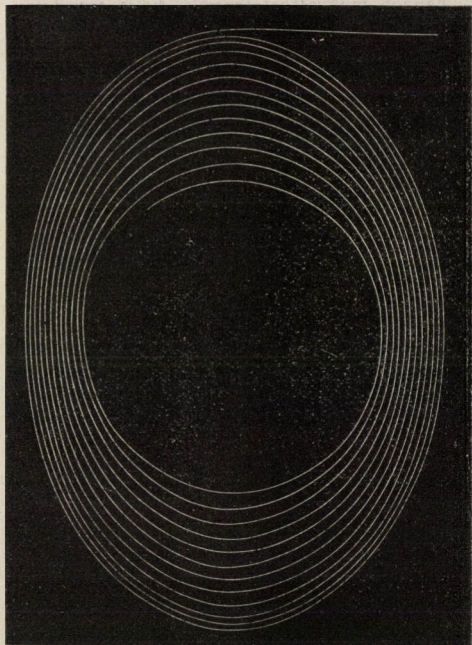


6-ik kísérlet. Az elektromágnezt a nagyobb lengésű inga határpontján kívül helyezem el, a fentebb meg-

határozott mágnességi tartammal. Ez a kísérlet az olyan felső bolygó hatását ábrázolja, a melynek perigéuma a perihéliumtól vagy az aphéliumtól nem messze ke'etre esik. Ez esetben az excentricitás csökken, mint a 7-ik ábrából látható.

Magától érthető, hogy az alsó bolygók hatása a felsőkével ellenkező.

Ilyen egyszerű fogással könnyen fel-



7-ik ábra.

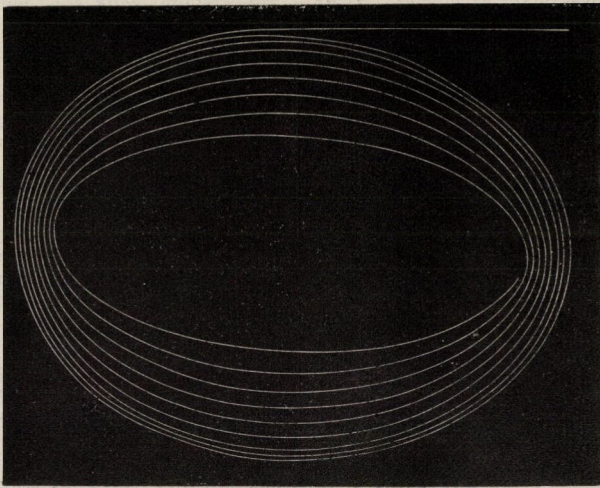
foghatókká tehetjük ama bonyolult jelenségeket.

PARRAGH GEDEON.

13.

**Az elektromos vizbontó-készülék mint időmérő.** A következő rajz a készüléket fele nagyságban ábrázolja.

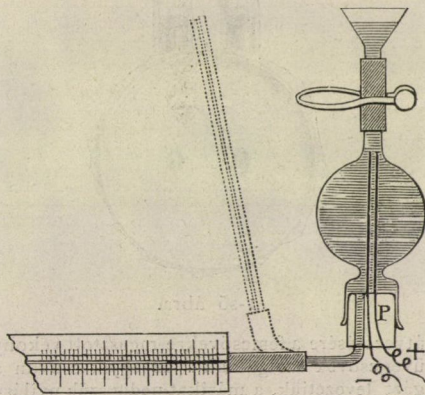
Áll egy gömbalakú üvegedényből, mely indigóval festett hígított kénsavval van meg-



6-ik ábra.

töltve. Az edény felül üvegtölcsérrel, alól egy méter hosszú  $\frac{3}{4}$  mm. belső világosságú capilláris csővel van közlekedésben, s a tölcserőtől egy szorító csappal közönségesen el van zárva. A paraffinba áztatott (P) parafadugón keresztül két platina-drót van az edénybe vezetve. Ha a capilláris csövet felemelem és a szorító-

csapot kinyitom, az edény felső részében összegyűlő H és O buborékok felszabadulnak a tölcserbe és helyöket ismét a folyadék foglalja el. A szorítócsapot elzárva, s a capilláris csövet a vízszintes skálára fektetve, a készülék be van rendezve az időmérésre. Az áram hatásának tartamát a



folyadék előnyomulása mutatja. Ez az előnyomulás olyan egyenletes, mintha teljesen gyorsulás nélkül indulna el és lassudás nélkül állapodnék meg.

A készülék használhatóságának feltüntetése végett ide igtatom a Kecskeméti Term. tud. Társ. márczius 22-iki ülésén bemutatott két lövés kísérlet eredményét.

Lövés-távolság: 12 m.

Elektromos áramul 30 szén-zink elem szolgál.

Szabad esési kísérlettel előre megállapí-



tottam, hogy 0'001 mp.-nek az időmérő skáláján 5'52 mm. felel meg.

Az első lövés alatt az időmérő 213'5 mm.-t, a második lövés alatt 209'1 mm.-t mutat.

A 12 m. útnak megfelelő középsebesség tehát az első esetben 310'3 m., a másodikban 316'7 m.

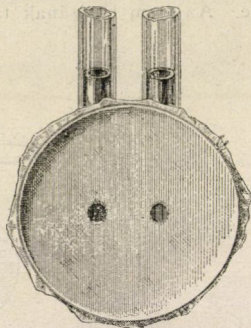
PARRAGH GEDEON.

#### 14.

#### A König- és a Kundt-féle manométer módosítása.\*

A sípokban rezgő levegő mozgásállapotát két kísérlettel szokták demonstrálni: az egyikkel (a Hopkins-féle síppal) a levegőoszlop rezgéseit, a másikkal pedig a nyomás változásait mutatják meg. Ez utóbbi célra a König vagy a Kundt manométerével felszerelt sípok szolgálnak. Ilyen manométeres — eléggé költséges! — sípom nem lévén, a következő úton segítetttem magamon:

Doboz-fedőhöz hasonló kis fémszelenczt készítettem, melynek fala két helyen ki van fúrva; a lyukakkal a szelencze hátsó falához forrasztott fémcsővecskék közlekednek. A szelencze bemélyedő keretén vékony kaucsuk vagy gummihárttyával lekötvé, a König-féle gázmanométerrel teljesen meg egyező kis gáztartót alkot (1-ső ábra). A gáz



1-ső ábra.

átvezetésére a fémcsővekre ragasztott vékony üvegcsövek szolgálnak: az egyik csövön a gázt levezetjük, a másikat pedig szűk nyílású égető csővel kötjük össze. Ezzel a kis gáztartóval mindazokat a kísérleteket meg lehet tenni, a melyeket a König-féle síppal, és megvan az a jó oldala, hogy minden síphoz használható, a melybe csak belefér, s hogy a nyomás változásait nem csak a csomókban, hanem végig az egész sípon megmutatja. A gáztartót a sípba betolván, a forgó tükörben látható lángszalag azonnal szakadozni kezd s szakadozik annál jobban,

\* Előadott a Term. tud. Társ. 1888. április 18-iki szakülésén.

mennél közelebb jutunk a csomóhoz; a gáztartót a csomón túl tolva, a szakadozottóság kisebbé válik s  $\frac{1}{4}$  hullámmyra, — a legnagyobb rezgések helyén majdnem egészen kisimul. Különösen érdekes a kísérlet keskenyebb sípokkal. Ezek u. i. mindig elég erősen adják az első és második felhangot. Ennek megfelelőleg a csipkézett láng — mint ismeretes — nem egyszerű; ha pl. csak az oktáva hangzik együtt az alaphanggal, akkor a lángnak két-két nagyobb foga közé egy kisebb lép; ha a síp a duodecimát is adja, akkor még ezek közé is emelkedik egy-egy kisebb fog. A gázzselenczt az ilyen sípon végig tolva, majd az egyik, majd a másik fog esik ki, vagy élesedik ki, a szerint, a mint a szelencze az illető hang nagy rezgésű, de elenyésző nyomásváltozású helyére, vagy pedig a csomóba jutott. Erre a kísérletre akármilyen síp alkalmas, csak elég hosszú legyen. A leginkább elterjedt ónpléh orgonasípok e célra kiválóan alkalmasak, mert ha nem elég hosszúak, vagy rá- vagy belefértő üvegcsővel könnyen megtoldhatók. Az ilyen síp már a rendes megfúvásakor is többnyire valamelyik felső hangját is adja; ezt a hangot megváltoztathatjuk, ha a síp felső ajkát vékony, de kemény lemezzel — pl. látogató jeggyel — megtoldjuk. Ilyenkor a síp mindig magasabb és magasabb felhangra ugrik át, s mindig több csomóval rezeg: ha a hang nem nagyon magas, gáztartónk a nyomásváltozásokat igen szembe-tűnően bírja megmutatni. Hogy a leírt gázzselencze szűkebb sípokhoz is használható legyen, kicsire, pl. krajczárnagyságúra készítetjük.

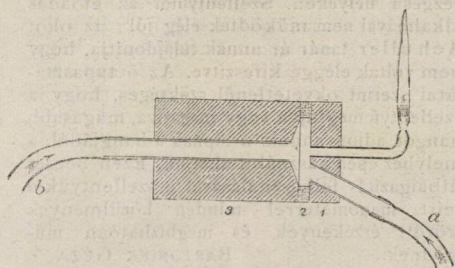
De mielőtt megrendelt gáztartóm elkészült volna, eszembe jutott, hogy parafadugóból is készíthető, még pedig a következő módon. Jó dugóból vagy  $\frac{1}{2}$  cm.-nyi darabot vágunk le, két lyukat furunk bele s ezekbe jól beillő üvegcsöveket tolunk s végre a dugó szabad lapját simára lecsiszoljuk. Erre a síma felületre ugyanabból a dugóból vágott és mindkét lapján jól lesimított gyűrűt ragasztunk s a gyűrűre magára a vékony hárttyácskát: így kitűnő gáztartónk van, mely legalább is oly érzékeny, mint bármely más hozzá hasonló szerkezet. A gyűrű ne legyen vastag; 1—2 mm. teljesen elegendő s azért ajánlatos, hogy inkább kemény kártyapapírosból vágjuk ki. Ezt a dugós gáztartót még más, bizonyos tekintetben célszerűbb alakban is elő lehet állítani, úgy t. i. hogy a hárttya a csövek tengelyével egy irányban legyen felragasztva: ekkor alakja az 1-ső ábrán látható fémszelenczéhez lesz hasonló. Ily alakban a szűk sípok álló hullámaint kevésbé zavarja.

A leírt készülékekkel kísérletezvé, rájöttem, hogy elegendő a sípba 2—3 mm. átmérőjű üvegcsövet tolni s ezt kaucsuk-



útján egy önálló K ö n i g -féle gázmanométerrel összekötni, hogy a nyomásváltozások a cső levegőjén keresztül a gázt elzáró hártýáig elterjedjenek, s a lángocskát megfelelő mozgásra kényszerítsék.

Ilyen K ö n i g -féle gázmanométert egy jó parafadugóból s néhány üvegcsőből ki-ki könnyen készíthet magának: az előttünk levő 2-ik rajz körülbelül fél természeti nagy-

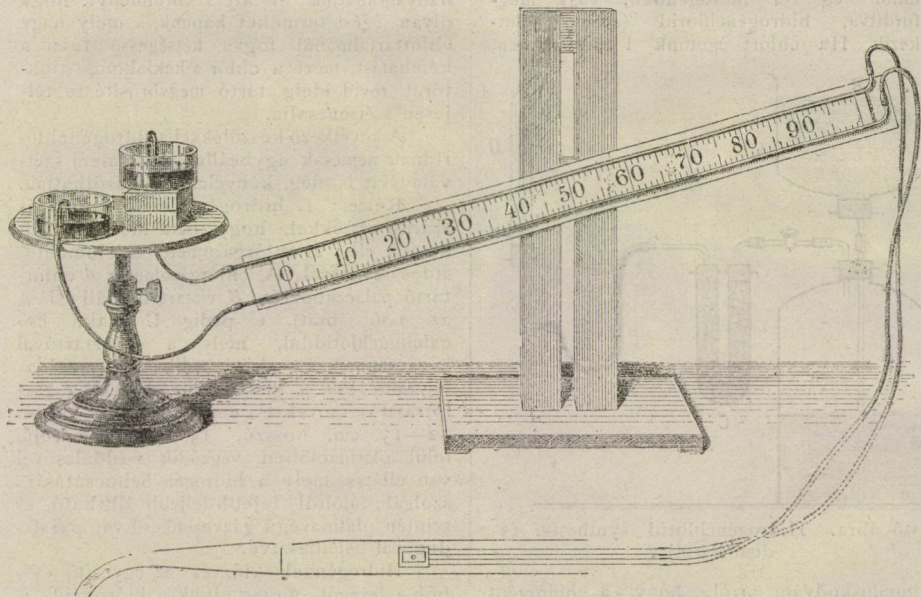


2 ik ábra.

ságában tünteti fel a készüléket. 1, 2, és 3 a dugóból vágott részeket jelenti; a a gázt bevezető cső, b pedig a sípban ide-odatolt üvegcsővel kötendő össze. Az égető cső vastag falú capilláris-csőből készíthető; belső átmérője 1 mm.-nél ne legyen nagyobb, különben a láng nem elég hosszú.

Ugyanekkor a K u n d t -féle manométeren hasonló módosítást kíséreltem meg.\* Körülbelül 10-kros nagyságú, 6—7 mm. vastagságú lapos rézhenger oldalán középeig ki van fúrva úgy, hogy a furatba 3—4 mm. átmérőjű üvegcső legyen be-ragasztható. A rézhenger egyik lapján 1—2 mm. átmérőjű lyuk van, mely az előbb említett furatig terjed. Ezen nyílás fölé könnyen mozgó, rugalmas hártýát feszítve s két végén a laphoz ragasztva, szívó szellentyűt kapunk, mely a K u n d t -féléől legfőljebb alakjában különbözik, de nincs a síp egy pontjához kötve, hanem ide-oda tolható benne. Tökéletesen ilyen a fúvó szellentyű is, azzal a különbséggel, hogy ennek légzáró hártýája nem a henger nyílása fölé van ragasztva, hanem egy külön, a hengerre egy kerületű, de vékony, közepén szintén kilyukasztott pléhdarabra. A hártýával egy oldalon egy keskenyszélű, mintegy 1 mm. vastagságú gyűrű van felragasztva s ezzel együtt a hengerre erősítve. (Ragasztó szerül legjobb viaszkból és kolofóniumból olvasztott elég lágy pépet használni: ez jól tart, jól zár és az összeragasztott részek bármikor könnyen szétszedhetők.)

Legcélszerűbb ezeket a szellentyűket nem külön készíteni, hanem egy darabból. Ilyenkor a négyszögletes alak czélszerűbb



3-ik ábra.

mint az előbbi. 6—7 mm. vastagságú, 12—14 mm. szélességű és 15—25 mm. hosszúságú rézhasáb egyik legkisebb alapján a magassággal egy irányban két egymáshoz lehetőleg közel haladó 3—4 mm. átmérőjű furattal van ellátva; ezek a hasábnak mintegy

\* Midőn kísérleteimet a szakelőadásra előkészítettem, a Berlinben április 1-jén megjelent Zeitschr. für d. Phys. Unterricht című folyóiratban Szymánski az alább leírtakhoz hasonló eszközöket és kísérleteket ismertetett.



a közepéig hatolnak s ott a legnagyobb felületű oldalak közepébe fűrt, ferdén haladó szűk nyílásokkal találkoznak. A furatokba 3—4 mm. vastagságú csövek vannak ragasztva s a kis nyílások fölé a *szívó* s külön lapocskával a *nyomó* szellentyűk illesztve. Az így szerkesztett készüléket a sípba tolvá, mint az a 3-ik rajzban látható, a nyomás-változások alkalmas manométer útján mérhetőkké válnak.

Erre a célra egy külön, egyszerű manométert készítettem. A centiméterekre beosztott lécz egyenes széleihez 5—6 mm. átmérőjű, egyenlő üvegcsövek vannak erősítve s kaucsuk csövek útján két egyenlő edény festett vizével közlekedésbe helyezve. Ha a csövek szabad végeit megszívjuk, a víz a csövekbe átömlik s az edény vizével egy vízszintesben állapodik meg. Az edények emelgetésével, vagy víz hozzáöntésével elérjük, hogy a vízoszlop mindkét csőben

50-re mutat. Az ilyen vízmanométer érzékenysége tetszőlegesen fokozható az által, hogy a csöveket tartó lécz hajlását változtatjuk. E végett a lécz leSORÍTHATÓ tengeren jár. (3-ik ábra.)

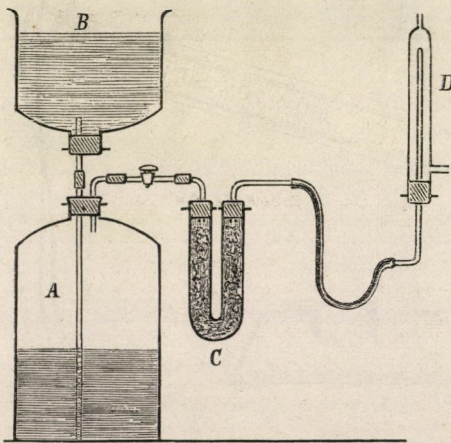
Ha a síp hangzása jó, az egyik folyadékoszlop emelkedik, a másik alább száll; legnagyobb a magasságkülömbőség a csomóban, legkisebb — majdnem semmi — a nagy rezgésű helyeken. Szellentyűim az előadás alkalmával nem működtek elég jól; az okot Schuller tanár úr annak tulajdonítja, hogy nem voltak eléggé kifeszítve. Az ő tapasztalatai szerint okvetlenül szükséges, hogy a szellentyű megfujja vagy megszívja, magasabb hangot adjon annak a sípnek a hangjánál, a melyhez éppen használni akarjuk. Ezen becseS útbaigazítás felhasználásával a szellentyűk a leírt manométerrel minden körülmények között érzékenyek és megbízhatóan működnek.

BARTONIEK GÉZA.

## II. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

6.

**A hidrogénchlorid (sósav) synthesise és dissociatioja.** Ha chlór ég el hidrogénben, vagy megfordítva, hidrogénchlorid (sósav) keletkezik. Ha chlórt égetünk 1 hidrogénben,



1-ső ábra. Hidrogénchlorid synthesise és dissociatioja.

gondoskodván arról, hogy a hidrogént ne használjuk fel egészen, az égés termékét chlór nem fogja fertőztetni, és a kísérletet berendezhetjük úgy, hogy a chlórt már előre fejlesztjük, az előadási teremből eltávolítjuk, addig míg rákerül a sor s ha nincs rá szükség, ismét a szellőztető aknába vezetjük. De ha hidrogént égetünk

el chlórban, ha csak az elégetést a szellőztető henger alatt nem végezzük, sok chlór oszlik szét a teremben, a mi a kísérletezőre kellemetlen. Ez utóbbi esetben nem hanyagolhatjuk el azt a körülményt, hogy olyan égési terméket kapunk, a mely nagy chlórtartalmánál fogva kétségessé teszi a kémhatást, mert a chlór a kéklakmusz-tinktúrát rövid ideig tartó megvörösítésre teljesen szétrocsolja.

A következő készülékkel a hidrogénchloridnak nemcsak egybeálladását, hanem szétváladását is elég kényelmesen igazolhatják.

Részei: 1. hidrogénfejlesztő, mosó és szárító részekkel, hogy tiszta hidrogént állítsunk elő; 2. chlörgázométer calciumchloridos szárítóval. A chlörgázométer A chlórtartó palaczkból és B víztartóból áll (lásd az 1-ső ábrát), C pedig U alakú cső calciumchloriddal, mely a chlórtartóval üvegcsapon át közlekedik; 3. D az egyesítő cső, a melynek szerkezete a gázforrasztó csövekre emlékeztet. A külső 12—15 cm. hosszú, 15 mm. átmérőjű, felül platinacsőben végződik s oldalcsővel van ellátva, mely a hidrogén beocsátására szolgál; alólról lejjebb-feljebb állítható, és szintén platinavégű gázvezető cső van parafadugóval beleillesztve.

Hidrogénnel kiűzván az egyesítő csőből a levegőt, meggyújtjuk a hidrogént. A chlórvezető csövet lehúzáva a külső cső közepéig, kinyitjuk a chlörgáztartó csapjait s óvatosan kevés chlórt bocsátunk a hidrogén-lángba. A láng fakó színt ölt. Ha most a láng magvából gázt szivatunk át nagyon híg kéklakmuszoldaton, ez megvörösödik; ha a láng csücséből szivatjuk át, néhány



pillanat múlva a lakmusz elhalványodik. *A hidrogén láng magvában tehát hidrogénchlorid, a láng csúcsában pedig chlórátalmú, azaz részben szétváladt hidrogénchlorid van.*

Feltoljuk a chlórvezető csövet a külső cső végéig, hogy a láng közelében legyen. A chlór- és hidrogénelegy meggyúl s a láng néha explózióval csap be a kiáramló chlór, s ekkor a chlór égni kezd a hidrogénben. Lassan lehúzza a belső csövet a külső közepéig, oltuk el a külső lángot. A chlór folytonosan ég, s ha hengerüveget fenekére lapított nedves kék lakmuszpapírral a készülék fölébe tartunk, a papír megvörösödése s a sűrű köd elárulja, hogy hidrogénchlorid képződött, s minthogy a chlór fölös hidrogénben ég el, ha keményítős káliumjodidoldaton szivatjuk is át az égéstermék, szabad chlórra nem kapunk kémhatást. Ez nagyon természetes, minthogy a hidrogénchlorid szétváladási hőmérséke nem lehet épen egyenlő a chlórnak hidrogénben való égési hőmérsékletével. Ha a belső lángon át áramló hidrogént kívül meggyújtjuk, e lángnak magvában hidrogénchloridot, de csúcsában megint chlórt kapunk. Tehát kapunk kémhatást akkor is, ha a hidrogénlángon kész hidrogénchlorid hatol át. Tudván azt, hogy ha hidrogén ég a levegőn, a láng hőmérséklete nagyobb, mintha hidrogén chlórban ég el, megérthetjük, hogy a láng külső burkának hőmérséklete előidézhetsé a hidrogénchlorid szétváladását és az szét is bomlik legalább részben s hidrogénje a legnagyobb munka elvének értelmében a nagyobb keletkezési hővel képződő vízzé alakul, a chlór pedig fölszabadul.

ILOSVAY LAJOS.

## 7.

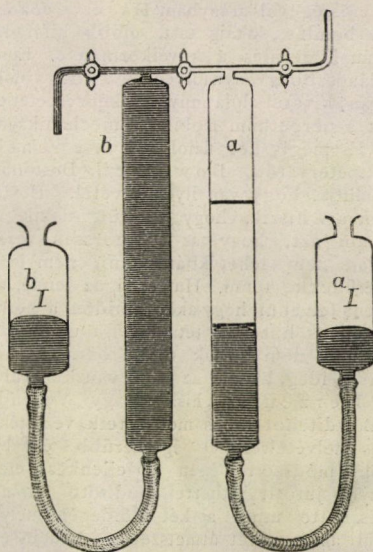
### A hidrogénchlorid (sósav) felbontása nátrium-amalgammal.

A gázalakú hidrogénchlorid elemzését úgy bemutatni, hogy nagy hallgatóság a hidrogénchloridban foglalt alkotórészek térfogati viszonyaival megismerkedjék, bár nem nehéz feladat, mindazáltal még sem olyan egyszerű, hogy kiviteli nehézségekkel ne kellene küzdeni.

A gázt Hofmann berlini tanár 2%-os nátriumamalgammal, Than tiszta felületű nátriummal bontja fel. Egy térfogat hidrogénchloridból felszabadul féltérfogat hidrogén s féltérfogat chlór eltűnik, helyesebben nátriumchloriddá alakul. A nátriumamalgammal végzett eljárásnak rossz oldala az, hogy a felszabaduló hidrogén térfogatát az üvegcső beszennyeződése miatt alig lehet látni s azonkívül, minthogy hosszúszerű U alakú csövekben higannyal kell dolgozni, a nem mozgó száraz folytonos vesszelemben forognak. A nátriummal végzett eljá-

rásnál a gáz térfogatát jól lehet látni, de a kémhatás kissé több időbe kerül, mert a gáz csak a nátrium felületén hat s azonkívül a nátriumot a higanyoszlopon keresztül nem mindig lehet, a képződő nátriumamalgam miatt, kellemetlenség nélkül a hidrogénchlorid-gázba betolni. Én a hidrogénchlorid felbontását következő készülékkel végezem:

Két párhuzamos, 50 cm. hosszú, 20 mm. átmérőjű eudiométer-cső felül capilláris csővel össze van kapcsolva s ezen összekötő részen 3 csap van (2. ábra). A csövek alsó megvékonyított végei erős kaucsukcsővel higanytartókkal állanak összefüggésben. A kaucsukcsövek olyan hosszúak, hogy a higanytartóval a gázt egyik edényből a másikba lehet átnyomni. Az eudiométert a capilláris cső



2-ik ábra. Hidrogénchlorid elbontása.

végéig megtöltjük száraz higannyal, azután az egyikbe, a mely jelekkel *a* van ellátva, bebocsátjuk a száraz hidrogént az alsó jelig, az uralkodó légköri nyomás alatt. A mozgatható higanyos edénnyel *aI* ezt a célát könnyen elérhetjük. Azután a másik eudiométerbe *b* 2%-os nátriumamalgamot szivatunk be akként, hogy a lefelé hajló részt a nátriumamalgam alá merítjük s *bI* higanytartót lebocsátjuk. A nátriumamalgamot fölöslegben vesszük.

Most kinyitjuk a közbülső csapot, a hidrogénchloridot átnyomjuk a nátriumamalgammal telt csőbe. A higanytartót 50—60-szor le és fel mozgatván, az átalakítást elvégezzük. Ha ezután a maradékot visszanyomjuk az *a* csőbe, látjuk, hogy a maradék csak féltérfogatot foglal el. Ha

gondoskodtunk előre arról, hogy a csaptól a cső végeig eső részből a hidrogénchloridot teljesen eltávolítsuk, 5 percz múlva a hidrogénchloridnak nyoma sincs a hidrogén mellett s bemutatthatjuk, hogy a megmaradt rész hidrogén.

E készülék ellen az lehet a kifogás,

hogy sok higannyal és óvatosan kell dolgozni, de másrésről jó tulajdonsága, hogy a gáz térfogatát tisztán látjuk s aránylag rövid ideig tart a hatás. Még gyorsíthatjuk a kémhatás lefolyását, ha az elnyelő cső átmérőjét nagyobbítjuk.

ILCSVAY LAJOS.

### III. AZ ÉLETTAN KÖRÉBŐL.

#### 12.

**Az idegek kifáradásának kérdéséhez.** Minden élő szövet, még ha nyugszik is, folytonosan bomlásban van. Ez a bomlás erősebbé válik akkor, ha a szövet működésbe jön, még pedig a működés erősségével arányban. Ha ez a fokozódott bomlás sokáig tart, előbb kifáradás, azután kimerülés a következménye. Ennél általánosabb érvényű törvény egy sincs a biológiában; kivétel alóla annyira elképzelhetetlen, mint a perpetuum mobile a mechanikában.

És mégis két fiziológus, V e d e n s k i Szentpétervárott, B o w d i t c h Bostonban azt állítja, hogy van ilyen kivétel. E vizsgálók azt hiszik, hogy sikerült nekik kimutatni azt, hogy az idegtörzsek vezető rostjait nem lehet kifárasztani, nem lehet kimerültekké tenni. Ha ez igaz lenne, azt kellene felvenni, hogy akkor, midőn a nervus ischiadicus huzamos tetanizálása után a lábszárizmok nem bírnak többé összehúzódni, nem az ideg, hanem az izom van kimerülve.

Herzen azt hiszi, hogy Vedenst és Bowditchot hibás módszereik vezették e téves felvételre. Ő egyszerűbb és biztosabb módszerrel épen az ellenkező eredményre jutott. Étherrel bódított állatnak kikészítette mind a két ülőidegét, melyek közül az egyiket átmetszette. Azután egy hosszában tett metszéssel lecsupaszította mind a két lábszárizmot. Kikereste továbbá azt a legkisebb elektromos erőt, a mellyel az izomrostokat épen mozgásba lehet hozni magára az izomra alkalmazott izgatással. Azután strychnint adott halálos mennyiségben az állatnak.

A halál után közvetlenül vizsgálat alá véve az idegeket, azt találta, hogy az az ideg, a mely nem volt átmetszve, a mely tehát a strychnin hatása alatt tetanizáló izgalomban volt, nem volt többé izgatható, holott a

másik, előre átmetszett ideg, mely nem volt kitéve a strychnin hatásának és így az életben nem volt tulságos izgalomban, megtartotta eredeti izgékonyágát. Magukat a lábszárizmokat mindkét oldalon összehúzásra lehetett gerjesztetni, csak az összehúzás ereje volt valamivel kisebb a mérgezett, tehát tetanust kiállott oldalon. Mindezekből kiderült, hogy nem az izom, hanem az ideg volt az, a mely kimerült.

Ennélfogva a fennemlített törvény változatlanul fennáll az idegtörzsek vezető rostjaira is. (Comptes rendus des travaux de physiologie. Rédigé par Dr. Aducco. 1887. 15. l.) H.

#### 13.

**A hideg hatása az élő szervezetre.** Quinquand vizsgálataiból kiderült, hogy ha az ember melegvérű állatot nagyon lehűt, valamennyi testműködése alábbszáll, holott a reflex működések, mint már Brown-Sequard is kimutatta, élénkebbekké válnak. Mikor a test belső melege 25°-ra vagy még lejjebb süllyed, a gerinczagy reflex ingerlékenysége annyira fokozódik, hogy azt gondolhatnók, hogy az állat strychninnel van megmérgezve, mikor is, mint ismeretes, az állat a legkisebb érintésre rángó és dermedő görcsökbe esik. E tulságos érzékenység a vér gáztartalmával látszik összeköttetésben lenni; a szerző tényleg azt találta, hogy a megfagyó állat vére annyi oxigént tartalmaz, a mennyit csak el bír nyelni. Ezért találjuk, hogy a megfagyott emberek vére a tetembontáskor élénk-piros. Másfelől a kilélekzett levegő szénsavtartalma nagyon alászáll; ha a test belső melege már 25°-ra süllyed, a tüdő felényi szénsavat lehel ki, mint normális állapotban. (Compt. rend. Acad. des sciences 1887. május 31.) H.



Megjelenik minden-  
évnegyed 1-ső napján  
3 nagy nyolczadrét  
ívnnyi tartalommal;  
időnként szövegközi  
ábrákkal illusztrálva.

# PÓTFÜZETEK

A

## TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNYHÖZ.

ÉVNEGYEDES FOLYÓIRAT.

E folyóiratot a tár-  
sulat tagjai évi 1 frt  
ráfizetéssel kapják;  
előfizetési ára, a Ter-  
mészettudom. Köz-  
lönyvel együtt, 6 frt.

XX. KÖTETHEZ.

1888. OKTÓBER.

4-ik PÓTFÜZET.

### AZ ÉLELMISZEREK HAMISÍTÁSÁRÓL.\*

A múlt év végén rövid hirlapi jelentésekből hallottuk, hogy a fővárosi rendőrség Budapesten olyan gyárakat talált, melyek az élelmiszereket utánozzák s hamisítják. Erre a hirre felkértem a m. kir. rendőrséget, engedne át a lefoglalt utánzatokból vizsgálatokra való anyagot. A rendőrség legnagyobb előzékenységgel teljesítette kérésemet, s az anyagot a m. k. József-műegyetem technikai-mikroszkópiái intézetének rendelkezésére bocsátotta.

A megvizsgált anyagok két gyárból valók:

Az egyik gyárból »*félíg kész borsszemeket*« foglaltak le. Ezek mikroszkópi vizsgálatából kitűnt, hogy buzalisztból és szintelenített paprika-törmelékéből állanak.

Hogy ezek a »borsszemek« milyen módon készülhettek, érthetővé teszik a gyárban lefoglalt nyersanyagok. Lefoglaltak ugyanis e gyárban egyszersmind lisztet, mely buzalisztnek bizonyult, továbbá egy paprikának nevezett barna port, mely, a mint a mikroszkóp alatt kitűnt, paprika-törmelékéből állott és végre barna nyers tésztaát lepényszerű darabokban, mely buzalisztból és szintelenített paprika-törmelékéből állott. A »borsszemeket« a lepényszerű nyers barna tésztaából préselték, a tésztaát pedig a buzalisztból meg ama barna porból gyúrták.

A paprika-törmelékéből álló barna port oly módon készíthették, hogy a tört paprikát valószínűleg alkoholban vagy étherben főzték. Ezen az úton kivonták belőle a vörös festő anyagot és a csipős anyag egy részét, vagy talán az egészet s más maró anyaggal tették ismét csipőssé. Ezt következtethetjük a fővárosi vegyészeti hivatalban végzett vizsgálat eredményéből, mely szerint e barna paprikaporban a maró ízt egy szándékosan hozzákevert mérges hatású anyag idézi elő.

De rendelkezésünkre állanak e gyárból »*teljesen kész bors-*

\* Előadatott az 1888. februárius 15-iki szakülésén.



*szemek* is. Ezekben a mikroszkóp buzalisztet, nagyobb mennyiségű üszöggomba-csirát (*Tilletia caries* és *Tilletia laevis* spórái) és kevés valódi bors (*Piper nigrum*) törmeléket mutatott ki. A szemeknek nagyon gyenge borsillatuk volt.

E fekete borsszem-utánzatokról azt hinnók, hogy csak további fokozatai a kipréselt tésztaszínű borsszem-utánzatoknak, hogy ezeket egyszerűen megfestették feketére. A mikroszkóppal való vizsgálat azonban kiderítette, hogy e két minta nem közös eredetű. A tésztaszínű szemek ugyanis buzalisztból és paprika-törmeléből állanak, ellenben a fekete színű szemekben nincs paprika-törmelék, hanem egy kevés valódi bors-törmelék és a nagy mennyiségben benne levő liszt sem ugyanaz, mert a tésztaszínű szemekben tiszta a liszt, a fekete szemekben pedig rendes céljaira teljesen használhatatlan, üszkös, értéktelen, sőt egészségtelen is. A fekete szemekben jelenlevő kevés bors-törmeléktől van az is, hogy a tésztaszínű szemeknek semmi bors-illatuk sincs, ellenben a fekete borsszem-utánzatok gyengén borsillatúak. Persze csak annyit tettek bele, hogy az utánzatnak éppen borsillata legyen.

II. A másik gyárból való borsszem-utánzatok sokban meg-egyeznek az előbbi gyáréival; de el is térnek tőle leginkább abban, hogy ezek nyersanyagául még értéktelenebb anyagot alkalmaztak, s így a gyár fokozta a saját hasznát. Nyers tésztája előállításához ugyanis szintén paprikaport, de nem tiszta lisztet, hanem olcsó lisztes korpát használt. Ebből a nyerstésztából préselte azután ő is a barna tészta-, vagy jobban mondva *piszkos tészta színű borsszemeket*.

Ezek a »borsszemek« vízben természetesen szétmállanak. Szét-áztatva bennük sok kisebb-nagyobb barna törmeléket találtunk, melyek alaktalan alapállományba beágyazott buzakeményítő halma-zokból állottak s az utánzatok szétázott anyagának nagy része a vízen úszott. Ez azt bizonyítja, hogy az utánzatokba kész kenyér is van keverve. Hát a mikor az utánzó olcsó szerrel kenyérhez vagy talán kenyérhulladékhoz juthatott, azt is belegyúrta tésztájába.

Kaptunk továbbá az utóbbi gyárban lefoglalt anyagok között, a mint a rendőrség megjelölte, »nyerstésztá-törmeléket« és »porrá-tört tésztát«, melyekben a tésztarészek ugyanazon részekből (buza és paprika) állanak, mint a már említett nyerstésztá s első tekintetre kitűnik, hogy a »Nyerstésztá-törmelék« csak gyárhulladék, melyet valószínűleg azért gyűjtöttek össze, hogy újabb tészta készí-tésekor újra belegyúrák. A »porrátört tészta« pedig nem lehet egyéb, mint a gyárnak felseprett, legkülönfélébb piszkos. hulladé-kokból álló és a gyárhulladékkal összeörölt szemete.

E gyárból szépen kipréselt »*pergelt kávét*« is kaptunk. Ezt úgy

készítették, hogy lisztes buzakorpát, kevés kávé-surrogatumot vagy a kereskedésben »matta« néven kapható teljesen értéktelen élelmiszer-hamisító anyagot összekeverték, tésztávé gyúrtak és az így kapott tésztából pergelt kávé-szemeket préseltek, s azután meg is fényesítették, hogy a pergelt kávé-szemek zsírfényét megadják nekik.

Hogy milyen mindenféle értéktelen növényanyagokból és gyakran gyárhulladékokból készül ma már kávé, arról részletesebben itt nem szólhatok.

Ugyanebben a gyárban »tört borsot« is foglaltak le. Vajjon miből állhat ez?

A mikroszkóp buzatörmelékét, rendkívül sok üszögcserát (*Tilletia caries* és *Tilletia laevis* spórái) és nagyon sok konkoly-törmelékét mutatott ki benne. Az utánzatnak hamualkatrészei 7.4%.

Ki ne látott volna gabonarostálást! Mint pereg ki a rostából egyfelől a tiszta gabona s hull ki másfelől a por, üszög, konkoly, összezsugorodott vagy apró gabonaszemek s más szemét mint rostaalja! Ez az értéktelen rostaalja a borsgyártásnak becses nyers-anyaga; értéktelensége mellett talán épen kedvező színénél fogva is. Hogy ez a borsanyag a rostaaljának természetes színű pora s nincs ásványanyag szándékosan hozzákeverve, bizonyítja az aránylag csekély hamutartalom.

E tört bors-utánzatnak gyenge borsillata van, anélkül, hogy benne mikroszkóppal a valódi bors törmelékének még csak nyomát is találják. Ez onnan eredhet, hogy egy pár csepp borskivonatot tettek hozzá.

Végül még »tört fahéjat« is kaptunk e gyárból. Ez különféle értéktelen növényanyagokból, köztük gabona- és fakéreg-törmelék keverékéből áll. Hamutartalma 6.2%. Gyengén fahéjillatú, a mit mesterségesen idézhettek elő, mert az igazi fahéjnak (cizmetnek) nyoma sincs benne.

Már a vizsgálat azon eredménye is eléggé elszomorító, hogy kiderítette az utánzatok anyagát, de még szomorítóbb az a tény, hogy nagy gyárak, nagykereskedések vannak, melyek a kisebb gyárakat és kisebb kereskedéseket egyenesen ráviszik a hamisításra. A nagy kereskedésekben készen és nagyban kapható mindenféle fűszer hamisítására való anyag, a melyet általánosan »matta« néven neveznek s árjegyzékeikben nyilvánosan hirdetnek. Van borsmatta, fahéjmatta, sáfránymatta stb., melyhez csak egy parányi igazi fűszer vagy egy pár csepp szagosító kell, hogy métermázsaszámra készüljön belőle a »valódi fűszer«.

Hogy miből készülnek ezek a matták, alább látni fogjuk. Ízelítőül elég visszatekintenünk a II-ik gyár munkájára.

E gyár tulajdonosa nemcsak teljesen értéktelen, sőt az egészségre ártalmas anyagokat (üszköt, konkolyt) használt utánszámaihoz, hanem a tőle való minták egyszerű megtekintésre is a kezelésben tanúsított legnagyobb tisztátalanságot bizonyítják. Mennyi ragályos betegség, mennyi tüdővészcsíra kerülhet a gyári néptől abba az undok felsepert szemétkébe, a melyet a budapesti rendőrség csak »porrátört tésták«-nak jelölt!

De tekintsük magát a »mattát«. A »matta« szó eredete és értelme eddig még nincs határozottan kiderítve.\*

A gyárilag előállított s a nagykereskedésben kapható különféle matták nem egyebek, mint külsőleg az illető valódi élelmiszerekhez hasonlító értéktelen anyagok, melyeket az élelmiszerek hamisítói rendkívül olcsón (100 kilogrammját 6—15 frtéért) vesznek és a tizszerte, gyakran még többszörte értékesebb valódi szerek helyett eladnak.

A »matták«-ról vizsgálatokat közölt Dr. J. Möller,\*\* Dr. F. F. Hanausek\*\*\* és Dr. J. Nevinny.\*\*\*

Azokban a mattákban, a melyeket én vizsgáltam, leggyakoribb alkatrész volt a finom porrá őrölt köleskorpa, azonkívül volt bennök gabonaliszt, üszkös árpa, aszalt körte és ásványpor, mely rendszeren a kellő szint van hivatva megadni. Olykor csak egyik anyagból állott a matta, máskor kettő-három is volt benne különféle csoportosításban keverve ügyesen, oly módon, hogy a por színe egészen megegyezett a tiszta fűszer porának színével.

A Budapesten kapható különféle mattákat Dr. Muraközy Károly műegyetemi tanársegéddel egyetemben vizsgáltam meg; Muraközy a kémiai, magam pedig a mikroszkópi vizsgálatot végeztem.

A *bors-matták* legnagyobb tömege a köleskorpa. A kölesnek kásával való hámozásakor nagy mennyiségben származik mint teljesen értéktelen hulladék, mely takarmánynak sem használható; a gabonakorpa hamisítására is nagyban használják az állattenyésztők nagy kárára.

A köleskorpán kívül volt még a bors-mattákban lencseliszt, s más esetekben különféle hüvelyesek lisztjének keveréke; alkalmas bors-matta a tört borsban gyakran található rostaalja is. Festőanyag a bors-mattákban rendszeren szürke homok volt.

A *fahéj-mattákban* szintén ott találjuk a köleskorpát, de ezek

\* A »matta« szó értelmét fejtegette, de el nem döntötte Hanausek a »matták«-ról szóló cikkében. Zeitschr. f. Nahrungsm. Unters. u. Hygiene. Wien, 1887. Nr. 2 p. 24.

\*\* Pharmaceutische Post (1886. Nr. 22).

\*\*\* Zeitschr. f. Nahrungsm. Unters. u. Hygiene. (1887. Nr. 2, 3). Beilage der Pharm. Post.

főtömegét mégis a fahéj színének megfelelőbb anyag alkotja, az egészen megszárított és finom porrá őrölt különféle aszalt gyümölcs. Természetesen többnyire nem a jó, nem az élvezhető és ennélfogva mint ilyen értékesíthető aszalt gyümölcsöt használják fel matta-gyártásra, hanem az elpenészedett, megromlott, teljesen értéktelenné váltat, a minek kétségtelen bizonyítéka, hogy a mikroszkóp alatt az ilyen matták anyagában csak úgy nyüzsög a mindenféle gomba.

Az aszalt gyümölcs megőrölve a fahéjnál jóval barnább por, azért színiegyenlítő festőanyaggal keverik; ez rendesen a *sárgaföld*.

A fahéjat azonban még sokkal finomabban, nehezebben megállapítható módon is hamisítják magával a fahéjjal. A fahéjnak értékes, fűszeres anyagát ugyanis bizonyos eljárásokkal kivonják és e kivonatot használják gyógyszerül, édes pálinka, csokoládé, kakaó előállítására. Az illatos anyagától nagy részben, íztől pedig teljesen megfosztott fahéjat, mint különben értéktelen gyárhulladékot, mattának használják; hiszen egy kis illata még van, ízt pedig pótolják cukorral, csersavval s mással. E fahéj-mattának métermázsája a nagykereskedésben körülbelül 20 frt, tehát más mattához képest drága! Hanem ez azután olyan tökéletes fahéj-matta, hogy a kereskedő azon módon eladhatja valódi fahéj gyanánt, természetesen öt-hatszoros áron.

A *szegfűbors-matták* egyik anyaga szintén a köleskorpa; gyakori a gabonakorpa is, de tulajdonképeni alapanyaga mégis az aszalt gyümölcs száraz pora, festő anyaga pedig a sárgaföld. Egy szegfűbors-mattában 77·76% volt a sárgaföld mint alapanyag, a festőanyag pedig pergelt, értéktelen növényanyag, 22·24% volt.

Hogy milyen nagy mértékben üzhető ezekkel a mattákkal a hamisítás, a fogyasztók és állam nagy kárára, bizonyítja ama kísérletem, melyben az íztelen és szagtalan, köleskorpából és szürke homokból álló bors-mattából 75%-ot kevertem 25% valódi borssal s bár így e keveréknek csak egy negyedrésze volt bors, még sem talált ellene kifogást senki sem ízére, sem szagára. legfeljebb nem a legerősebb borsnak mondták, s azt hitték, hogy régebben törték.

Van azonban olyan bors-matta is, mely egészen borsszínű, borsízű és borsszagú, anélkül, hogy bors volna benne. Ennek előállításában tehát nemcsak a színt, hanem az ízt és szagot is utánozták.

Legnagyobb tömege buza- és rozskorpának megőrölt kölessel való keveréke. A festőanyag valószínűleg korom, mert 300-szoros nagyításnál csak apró pontozású szemekből áll. Ásványpor nem igen lehet, mert a matta hamutartalma csak 4·9%. A csipő ízt paprikával idézték elő, még pedig, minthogy többnyire csak



paprikamag-törmelékek találhatók s a paprikatermés-részek ritkák, valószínűleg megőrölt paprikamaggal. A szagot pedig kivonat hozzáadásával adták meg neki, mert bors-törmelék nincs benne.

A mattáknak igen érdekes specialitása a »sáfránymatta«. Valóságos műiparczikk ez, a mi meg is látszik árán, mert kilogrammja 10 frt!

A ki a sáfrány mivoltával nincs tisztában, az bizonyosan meg nem ismeri még közelebbi megtekintésre sem, hogy nem valódi sáfránnyal, hanem csak sáfrány-mattával van dolga. Nem más pedig ez, mint a mindenki előtt ismeretes sárga moktikának vagy körömvirágnak (*Calendula officinalis* L.) összesodorgatott szélső virága, mely faluhelyen a legegyszerűbb gunyhó táját is ékesíti. Fészkes virágzatairól összeszedik a szélső, nagypártájú virágokat, ügyesen összesodorják, hogy a valódi sáfrány bibeszárára emlékeztessen s azután, hogy zsiros minőségű is legyen mint a sáfrány, gliczerinben áztatják, végre egészen sáfrányszínűre festik. Festésére gyakran az »azo-festékeket« vagy a krappot használják.

Kaptam »tört sáfrány-mattát« is, mely nem egyéb tiszta azo-festéknél (*aurantia*).

A sáfrány-matta egyik legszebb példája annak, hogy a legnagyobb szakértelemmel, a lehető legtökéletesebb félrevezetéssel gyárilag üzik a hamisítást.

A múlt évben akadt egy élelmes népboldogítónk, a ki belátva a valódi, erős fűszerek nagyobb mértékben való élvezésének káros hatását, elhozatta a messze keletről, a mint maga nevezte, a »*bors-gyökere*«, hogy ebből gyengébb, egészségesebb borsot készítsen. Lépéseket is tett iparjog-engedélyért. Mily czímen és milyen eredménnyel, nem tudom; de az ez alkalommal benyújtott két mintája megvizsgálásra a fővárosi vegyészeti hivatal szivességéből rendelkezésemre áll. Az egyik minta 2—3 mm. vastag és 5—8 cm. hosszú, bibircsós felületű, foszladozó kérgű, a laikus előtt talán gyökérre emlékeztető növényrészekből áll. Ezek azonban nem gyökerek, hanem a borsfűzérnek, a borsszemektől megfosztott kocsányai.

A borskocsányokban van egy kevés fűszeres anyag; s épen azért veszedelmes a kereskedésbe hozataluk, minthogy a bors hamisítására kiválóan alkalmasak, sőt a hamisítás megállapítását is megnehezítik.

A másik »borsgyökér«-minta, mely finomabb szálakból áll, szintén nem más mint a kocsányok foszladéka.

Vizsgálataim kiegészítésére vásároltam különféle budapesti kereskedésekben fűszereket s azokat is megvizsgáltam; 25 üzletben, és pedig 9 nagyobb kereskedésben, köztük elsőrendű fűszerkereskedésekben és 16 kiskereskedésben vettem tört borsot s a vizsgálat eredményét a mellékelt táblázatban tüntetem ki:

| Szám | Az üzlet minősége          | A vizsgálat eredménye  |
|------|----------------------------|--|
| 1.   | Elsőrendű fűszerkereskedés | Borsszemtörmelék; sok, a borsnövénytől, de nem a borsszemtől (kocsány stb.) származó törmelék, szóval borshulladékkal járó részek.   |
| 2.   | »                          | Borstörmelék; gabonakeményítő és buzakorparészek; repce-törmelék kevés mennyiségben; benne lehetett a búzában, mely nagyobb mennyiségben van jelen.  |
| 3.   | »                          | Borstörmelék; gabonakeményítő (buza vagy rozs), a keményítő szemek változást szenvedtek (rétegesek és duzzadó félben levők voltak).  |
| 4.   | »                          | Borstörmelék; buzakorpa; kukorica.   |
| 5.   | »                          | Borstörmelék; köleskorpa.  |
| 6.   | Egy fogyaszt. szövetkezet  | Borshulladék törmeléke, mert jóformán csak kéregrészek; a másik fele kipréselt olajpálmamagliszt ( <i>Elais guineensis</i> ).  |
| 7.   | Fűszerkeresk.              | Borstörmelék; fűneműek pelyvéja; kipréselt olajpálmamagliszt.  |
| 8.   | »                          | Borstörmelék; buzakorpa; repce.  |
| 9.   | »                          | Borstörmelék; köleskorpa.  |
| 10.  | Kiskereskedés              | Borstörmelék; olajpálmamagliszt; graminea-pelyva.  |
| 11.  | »                          | Borstörmelék; buzakorpa.   |
| 12.  | »                          | Borstörmelék; sok buzakeményítő szem; keményítőtől álló barna tömeg (kenyérhéj).   |
| 13.  | »                          | Kevés borstörmelék; buzakeményítő szemek és buzakorpa részek.  |
| 14.  | »                          | Nagyon kevés bors; buzakorpa; köleskorpa; repce.   |
| 15.  | »                          | Kevés borstörmelék; köleskorpa; borsóhéj, alig egy-két hüvelyes keményítővel (valószínűleg a borsó hámozásánál maradt borsókorpa).   |
| 16.  | »                          | Kevés borstörmelék; buzatörmelék; nagyon sok üszögcsira ( <i>Tilletia caries</i> ); repce és hüvelyesek törmeléke (hüvelyes fűmagvak), tehát bors és rostaalja.                            |
| 17.  | »                          | Nagyon kevés borstörmelék; rendkívül sok üszögcsira ( <i>Tilletia caries</i> és <i>T. laevis</i> ); gabonakeményítő; árpapelyva és korpa; buzakorpa; sok konkoly; tehát bors és rostaalja. |
| 18.  | »                          | Kevés borstörmelék; sok üszögcsira ( <i>Tilletia caries</i> és <i>T. laevis</i> ); buzatörmelék; gabonafélék pelyvéi; hüvelyesek héja; repce; tehát bors és rostaalja.                     |
| 19.  | »                          | Borstörmelék; fű-félék pelyvéi; hüvelyesek héja.   |
| 20.  | »                          | Borstörmelék; gabona (buza s rozs) korpa; köleskorpa; repce.   |
| 21.  | »                          | Borstörmelék; köleskorpa.  |
| 22.  | »                          | Borshulladék; buzakorpa.   |
| 23.  | »                          | Kevés borstörmelék; buzatörmelék; rendkívül sok üszögcsira ( <i>Tilletia caries</i> ); hüvelyesek héja, hüvelyesek keményítője, sok konkoly; tehát bors és rostaalja.                      |
| 24.  | »                          | Borstörmelék; kenyérmorzsza (felénél több).  |
| 25.  | »                          | Kevés borstörmelék; sok köleskorpa.  |

*Röviden összefoglalva a különféle üzletből való 25 tört borspróba állott:*

1. *Egy esetben* (egyik legelső fűszerkereskedésünkből való) csak a borsnövényre visszavezethető részekből, de nemcsak borsszemtörmelékéből, hanem más, a borshulladékkal járó borsnövényrészek törmelékéből is.

A többi 24 esetben a tört bors hamisítva volt egyre-másra legalább 50%-ig; a piperin-tartalom középértékben az 1%-ot nem éri el.

A hamisítás történt:

1. Az elváltozott keményítő szemekből következtetve, csirázott gabona lisztjével (talán maláta?) *egy esetben*.

2. Kenyér s más péksütemény (zsemlye stb.) morzsájával *két esetben*.

3. Buzakorpával *három esetben*.

4. Köleskorpával *négy esetben*.

5. Olajpálmamagjának kipréselt maradékával *egy esetben*.

6. Buzakorpával és repccével *két esetben*.

7. Buzakorpával és kukoriczával *egy esetben*.

8. Gabonapelyvával és olajpálmamag kipréselt maradékával *két esetben*.

9. Köleskorpával és borsóhéjjal *egy esetben*.

10. Gabonapelyvával és hüvelyesekkel *egy esetben*.

11. Buzakorpával, köleskorpával és repccével *két esetben*.

12. Gabonának üszkös, konkolyos rostaaljával *négy esetben*.

Vagyis legkedveltebb hamisító szer a köleskorpa és a rostaalja, mert ezek a legérték-telenebb anyagok.

Látjuk e táblázatból, hogy a 25 próba egyike sem kifogástalan; csak az első esetben, mely különben egyik legelső fűszerkereskedésünkből való, nincs a tört bors idegen anyaggal hamisítva, de minősége bizonyítja mégis, hogy nem tiszta borsszemekből való, hanem megvan benne a borshulladék, kocsányok törmeléke stb., mint azok árújában, a kik azonkívül más értéktelen anyaggal szaporítják fel legalább is még egyszer annyira. E mellett szőlőhamutartalma is, mely a megengedhető 5.5% helyett 7.2%; a feles hamurész homok. Hanem ez az eset, szomorú viszonyaink tekintetbe vételével még elnézhető.

Szomorúbb az eredmény a többi 24 próbánál, mivel a 24 próba mind hamisítva van szándékosan hozzákevert értéktelen, sőt egy pár esetben az egészségre ártalmas anyagokkal is. Négy esetben találtam meg az üszkös, konkolyos rostaaljat mint hamisító szert; látjuk tehát, hogy mint a hatóságilag lefoglalt utánzó gyár anyagainál is kiemelttem, ez ártalmas szemét csakugyan kedvelt nyersanyaga a borsgyártásnak, mely becsét értéktelenségén kívül bizonyosan annak köszönheti, hogy megőrölve a törtborsa emlékeztet.

De feltűnik az is, hogy egy és ugyanazon borsban két-, sőt háromféle hamisító anyag is szerepel, pl. olajpálmamag és gabonapelyva, vagy buzakorpa, köleskorpa és repcze. Ez úgy magyarázható, hogy a kereskedő valószínűleg már hamisított tört borsot vett

a nagykereskedésben s azt talán még maga is más, rendelkezésére álló anyaggal újra hamisította s így a mint valamely bors két vagy három kézen megy keresztül, két-háromféleképen hamisítatik s végre a borsnak gyakran csak épen nyoma van még meg a szemétkeverékben.

Kíváncsi voltam, vajjon nem találhatnám-e meg ama két gyár készítette egész »borsszemeket« is a kereskedésben. S csakugyan, a mi különben természetes is, fáradozásom nem volt hiábavaló. Kaptam egész borsot, melyben 100 közül 70 szem valódi borsszem és 30 szem tésztábol préselt s feketére festett utánzat volt. S bár ily nagy mennyiségben van is benne az utánzat, a kinek figyelme ez irányban fel nincs költve, bizonyosan észre nem veszi. De a mi még érdekesebb, az az, hogy e borsszem-utánzatok aligha az említett két gyárból valók, s így valószínű, hogy vannak bőven, virágzó, élelmiszert utánzó gyáraink. Ezek a borsszem-utánzatok ugyanis nem kifőzött barna paprikaporból állanak, mint amazok, hanem buzalisztból és szép piros paprika-törmeléből. Azonkívül van benne — csaknem lehetetlen — vörös szantál-fa (*Pterocarpus santalinus*) is poralakban! De hát mire való a vörös szantálfa a fekete borsban? Ez első pillanatra szinte érthetetlennek látszik. De csakis első pillanatra, mert ha végig vizsgáljuk a kereskedésbeli tört paprikákat, nagyon gyakran megtaláljuk benne, mint hamisító szert a vörös szantálfát. Világos tehát, hogy e borsszem-utánzatok készítéséhez szantálfával hamisított paprikát használtak, vagyis, hogy *a hamisító hamisított anyaggal hamisított!*

A matták sorozatának egyik legérdekesebb és legtanulságosabb tagja a »sáfránymatta«. Érdemesnek tartottam ennél fogva a kereskedésbeli sáfrányt is megvizsgálni. Három nagyobb kereskedésben vettem sáfrányt s kettőben meg is találtam az ismertetett »sáfránymattát«. Tudva, hogy a fűszerhamisítás mindennapi dolog, a kiskereskedések sáfrányának megvizsgálását feleslegesnek tartottam, mert az eredmény csak a hamisítás fokozásának kimutatása lehetett volna.

Kötelességemnek tartom azonban kijelenteni, hogy mikor az árúk hamisított voltát kimutatom, az alatt nem azt értem, hogy elárúsítója hamisította; sőt több esetben meggyőződtem, hogy a hamisított árúk változatlanul mentek át a kiskereskedők kezén úgy, a mint a nagykereskedésben már hamisítottak voltak. Ennél fogva kereskedőinknek nagyon sok esetben csak azt vethetjük szemökre, hogy miért nem fordítanak nagyobb gondot árúik minőségére. De még ennek a szemrehányásnak se igen van jogosultsága, mert sem kereskedőinket nem képesítjük az árúk minőségének megismeré-



sére, sem kellő számú s megfelelő szervezetű nyilvános intézeteink nincsenek, a hol a kereskedő áru minőségéről szakvéleményt kaphatna. Sőt mondok esetet, mely arról is tanuskodik, hogy az illető czég hivatásának lelkiismeretes teljesítésében megfelelt ama kötelességének, hogy gondot fordítson áru minőségére és mégis megcsalódott.

A 25 borspróba között ott van egy fogyasztási szövetkezet áruja is. A czég legnagyobb készséggel állította rendelkezésemre a kért adatokat, melyekből kitűnt, hogy az illető bors egyik osztrák nagykereskedésből való. Az illető nagykereskedés számlája következőleg hangzik:

»*Garantirt* rein, gemahlen Singapore-Pfeffer 100 Kgr. 120 fl.«

De a szövetkezet nem érte be ezzel, hanem külön jótálló nyilatkozatot kért s kérését teljesítették a következő nyilatkozattal: »*Garantie-Schein* für sämtliche unter dem Namen: garantirt rein gemahlen facturirten Gewürze, hafte für *reine und unverfälschte Waare* mit dem Werthe derselben. N. N.«

Pedig ennek az annyira biztosított »tisztá-borsnak« a felét kipréselt olajpálmamag maradéka teszi és piperintartalma nem egészen 0.5%.

Az olajpálmamagnak kipréselt maradékával való hamisítás azt is bizonyítja, hogy az árúk gyakran már hamisítva lépik át a határt.

El nem hallgathatom még azt sem, hogy nagykereskedések árjegyzékeiben rendszeren ott van az illető fűszerek után mattájok is:

|                               |           |              |
|-------------------------------|-----------|--------------|
| Cassia lignea (fahéj) . . . . | 100 kgrja | 81 frt — kr. |
| Cassia-matta . . . . .        | » »       | 9 » 50 »     |
| Fekete bors, Singapore . . .  | » »       | 122 » — »    |
| Bors-matta . . . . .          | » »       | 7 » — »      |
| Piment, Jamaika . . . . .     | » »       | 62 » — »     |
| Piment-matta . . . . .        | » »       | 8 » 50 »     |

Ez valóságos bűnre csábítás; mert hiszen a nagykereskedő jól tudja, hogy a mikor ő a teljesen elromlott, elpenészedett aszalt gyümölcsöt megőrölve sárgafölddel mattává minősíti s e fahéj-mattát eladja, a vevő azt nem a síkos gyalogút behintésre, hanem fahéj-hamisításra használja. Nem százszor bűnösebb-e az ilyen rosza csábító, mint maga a csalást elkövető? A nagykereskedő a matta elárúsításával a korrupciónak nyilvános terjesztője.

És mi mindentől nem készül ma már élelmiszer! Az elefánt-csontdió (*Phytelephas macrocarpa*) beléből pipereczikkeket, de

különösen gombokat készítenek. E gyárakban annyira felhalmozódott a gyárhulladék, hogy a gyárosok nem tudták, mitevők legyenek véle. Egyszer valami éles elme arra a gondolatra jött, hogy miért ne csinálna ő abból a hulladékból kávét! És — csodák csodája — a gyárhulladék mintegy varázsütésre eltűnt s azóta a gyárosoknak még sepretni sem kell gyáraikat.\*

Takarékos háziasszonyok bizonyosan figyelmükre méltatták azt a sokat ígérő hirlapi hirdetést, melyben a »budapesti kávészétküldési iroda« felhívja éppen a takarékos gazdasszonyok s mások figyelmét a *legfinomabb minőségű Cuba-, Java-, Mocca-, Ceylon-kávévegyületekre*, melynek kilogrammja 1 frt 30 krért kapható s — a mint maga dicsekszik véle — oly kapós, hogy naponként 400 klg.-ot küld szét. E hirdetés mindenkit abban a hitben tart, hogy a híres árú nyers, szemes kávé s nem pörkölt és őrölt.

E sokat ígérő kávét én is megvizsgáltam. Hát ennek a Cuba, Java, Ceylon stb. kávékeveréknek 90%-a nem más, mint a mezei kátáng (*Cychorium Intybus*) gyökere megörölve és megpörköelve, a czikória pótkávé, melynek kilogrammja 20—30 krajczár értékű. Hogy a még hátralevő 10% igazi kávé milyen minőségű, vajjon nem csak kifőzött kávéalja-e: az a 90% kátánggyökér mellett keveset nyom a latban.

Az ilyen csaló nyilvános népfosztogatását megfelelő törvények mellett nem üzhethé három napig sem, nálunk pedig már hónapok óta hízik a szegény, tudatlan nép zsírján. Más dolog az, ha valaki Lenk, Frank, vagy nem tudom milyen nevű kávét árul annak megfelelő áron! Itt tudhatjuk, hogy valami mesterségesen készült preparátumot s nem valódi kávét veszünk. De ha valaki legfinomabb minőségű Cuba-, Java-, Mocca-, Ceylon-kávé-keveréket hirdet kilogrammonként 1 frt 30 krjával s érte 20 kr. árú kátáng-gyökeret ad, az rászedi a népet. És milyen ügyesen magyarázza meg, miként adhatja ő kávéjának kilóját 1 frt 30 krért! A tengeren elsülyedt egy kávéval terhelt nagy hajó. A kávét azután felhozták a tenger fenekéről. A kávé a tenger vizében külső látszatra, anélkül, hogy belső értéke csökkent volna, annyit szenvedett, hogy rendes áron s nyersen nem volt értékesíthető, azért adhatja pörköelve s őrölve olyan olcsón. Ragadja is meg e kedvező alkalmat mindenki, úgy mond, mert ki tudja mikor sülyed el megint kávéval terhelt hajó.

Tessék ilyen szemfényvesztések ellenében megvédeni a tudatlan

---

\* Dr. J. Moeller, Mikrosk. d. Nahr. u. Genusssm. (1886) 299 l. és dr. T. F. Hanausek, Die Nahr. u. Genusssm. aus dem Pflanzenreiche (1884) 417 l.

népet! Az államnak volna kötelessége, hogy a tudatlan népet ilyen fosztogatásoktól megóvja. A polgár károsításával általában maga az állam is károsodik; de károsodik egyenesen is annyiban, hogy megrövidül a vám- és fogyasztási adó dolgában, mikor megadóztatott élelmiszerek helyett meg nem adóztatott, értéktelen anyagokat fogyasztanak. Az államnak ez úton való megkárosítása bizonyosan felülmúlja a csempészet útján történő megrövidítéseket.

Ezzel befejeztem vizsgálataim eredményének felsorolását. Bár az élelmiszerek terének nagyon kis részére terjeszkedtem ki s nem is épen a legfontosabbak voltak vizsgálataim tárgyai: az eredmény, azt hiszem, mégis eléggé megokolja, hogy az élelmiszerek hamisításának kérdése méltó a komoly tárgyalásra.

Első kérdésünk most valószínűleg az, hogy mit tegyünk tehát?

A legegyszerűbb volna természetesen, ha a hamisítást mindenki fel tudná ismerni. De ennek lehetetlensége nyilvánvaló.

Valóban nagyon gyakran ugyancsak elő kell szednünk a természettudományok terén szerzett ismereteinket, hogy a fortély sugalta hamisítások labirintjában eligazodjunk; mert fájdalom, míg egyesek az emberiség művelődésének szolgálatában mind mélyebben hatolnak be a természet titkaiba, hogy új meg új tapasztalatokkal s felfedezésekkel járuljanak az emberiség jólétének emeléséhez: addig mások, kikben az önfentartás ösztöne a mások rovására való megélhetés bűnös vágyává fajult, épen e nagybecsű tapasztalatokat és felfedezéseket használják ki az emberiség megkárosítására.

A hamisításoknak szakértelemmel való üzése teszi szükségessé, hogy az ellenők való intézkedéseinkben az első lépés, a hamisítás megállapítása, tudományos módszerekkel történjék.

E módszerek egyike a *chemiai elemzés*, a másika pedig a *mikroszkóppal való vizsgálat*.

Talán lesz még alkalmam, hogy ezeknek az élelmiszerek vizsgálatában való szerepéről és alkalmazásáról bővebben szólhatok.

PAVLIČEK SÁNDOR.

## AZ ALKALOIDOK SYNTHESISÉ.

Épen hatvan esztendeje, hogy Wöhler, a berlini Gewerbeschule egyik fiatal tanára laboratóriumában az elemeiből előállítható cyánsavas ammoniumnak oldatát párologtatván, a bepárlás termékeül az *ureumot*, az állati szervezetből kiváló eme tipikus terméket kapta.

Wöhler felfedezése az 1828-ik esztendőt a tudomány történelmében örökre emlékeztetéssé teszi; 1828-ig ugyanis a chemikusok éles határt vontak a szerves és szerves vegyületek között, a mennyiben az volt meggyőződésük, hogy az elemek a szerves vegyületek alkotásában egészen más törvényeknek hódolnak, mint akkor, midőn szerves vegyületek alkotására egyesülnek. Azt hitték, hogy a szerves vegyületek csakis az élő szervezetben működő titkos erőnek, az *életelőerőnek* hatása alatt keletkezhetnek, mesterségesen tehát elő nem állíthatók.

Wöhlernek ez a felfedezése megcáfolta az életelőerőben való hitet, s ledöntötte a korlátot, melyet eme téves hit a szerves és szerves vegyületek, a szerves és szerves világ közé emelt. Fényesen igazolta, hogy a szerves vegyületek ugyanazon elemekből, ugyanazon törvények szerint keletkeznek, ugyanazon törvényeknek hódolnak, mint a szerves vegyületek; meggyőzően bebizonyította, hogy az élő organizmus műhelyében képződő szerves anyagok, ha alkotó részeik kedvező feltételek közé kerülnek, a chemikus laboratóriumában is épp úgy előállíthatók, mint a szerves testek.

Az ureum mesterséges előállítása új korszakot nyit a chemiában; a kutatók mélyebben bepillanthattak a szerves testek összetételébe, s a *synthesis* e még csak kevésbé használt kutatási módszer óriási jelentőségűvé vált, a mennyiben új, beláthatatlan mezőt tárt fel a vizsgáló chemikus előtt; útmutatást adott a növényi és állati szerve-

zetben képződő szerves anyagok előállítására s talán azon rejtvény megfejtésére, a melyet életnek nevezünk (Baeyer).

Lavoisier ezelőtt 100 esztendővel a chemiának, mint tudománynak definícióját a következő szavakban adta: *A chemia az elemzés tudománya*; mint ilyennek feladata a testeket egyszerűbb és legegyszerűbb testekre bontani s az ismételt elbontásnak ezen egyszerűbb és legegyszerűbb termékeit külön-külön vizsgálni. Ez a definíció azonban a chemia mai céljának csak egyik felét juttatja kifejezésre, nem meríti ki feladatát teljesen. Ha ugyanis ismételt szétbontás útján a testek lényegébe hatoltunk, önmagától kínálkozik számunkra a feladat, a szétválasztott részeket összeilleszteni, az alkotó részeket az eredeti testté egyesíteni. Csak e két ellentétes vizsgálati módszer egyesített alkalmazása biztosítja a természeti testek tökéletes ismeretét.

Helyes, hogy a testek chemiai vizsgálatában a testek legközelebbi alkotó részeinek, majd ezek egyszerűbb és még egyszerűbb részeinek megállapítása: az analysis képezi a kiinduláspontot; hogy azonban a test teljes ismeretére jussunk, a megfordított vizsgálati módszer alkalmazása is szükséges.

A *synthesis* biztosítja a vizsgálat eredménye számára a megbízhatóság legnagyobb fokát, teljes mértékét. A chemia jelen állásához képest épen annyira a *synthesis* tudománya is, épen oly joggal mondható a *synthesis* tudományának is.

A míg azonban az elemzés minden test vizsgálatára alkalmazható módszert ad, addig a *synthesis* alkalmazhatósága ez idő szerint még bizonyos korlátok közé van szorítva, különösen a szerves vegyületekre.

A szerves testek négy elemből állnak; ezek kombinációja alkotja a



szerves vegyületek megszámlálhatatlan mennyiségét, az ezer meg ezer vegyületet, a melyek egymástól nem az alkotó részekben, hanem inkább az elemi atomok számában, az atomok sajátos csoportosulásmódjában, elhelyezkedésében különböznek.

Elképzelhető, hogy a szerves vegyületek egyszerű elemzése, a mennyiben nem nyújt felvilágosítást az atomok csoportosulásmódját, elhelyezkedését, a vegyület konstitúcióját illetőleg, mily ingatag alapot szolgáltat azok synthesisé számára.

A szerves vegyületek vizsgálatának nehézségét — az összetétel bonyolódottságán kívül — jelentékenyen fokozza a vegyületeknek csekélyfokú állandósága is. Ily nehézségekkel szemben egy Liebignek, Wöhlernek s a chemia más kimagasló alakjának genialitására volt szükség, hogy a szerves elemzés módszerei tökéletesíttessenek, a molekulanagyság meghatározására szolgáló eljárások megállapíttassanak, a chemiai értékeség tana kifejlesztésék s az izomeria lényege magyarázatot kapjon. Száz meg száz kéznek szakadatlan munkája kívántatott arra, hogy ezer meg ezer szerves vegyület összetételét, s a legkülönbélebb hatásoknak kitett testek változásait tisztába hozza.

Ilyen szellemi tevékenység, ennyi munka árán lehetett csak eljutni a bonyolódottabb összetételű szerves vegyületek legközelebbi alkotó részeinek ismeretéhez; a vizsgált és más egyszerűbb összetételű ismert test között levő kapcsolathoz; a vizsgált test alkotásának felismeréséhez: a szerves vegyületek synthesisének szükséges kiinduló pontjához. Ezek az előkészítő munkálatok nem mindig vezetnek a kívánt eredményre, de azért sohasem meddők; gyakran pedig épen nagy elméleti, vagy gyakorlati jelentőségű eredmények létrehozói.

Ha a szerves chemiával foglalkozó chemikusok működésén Upsalától Kielig, Münchenig, Zürichig s

innen le egész Rómaig végig tekintünk, úgy találjuk, hogy az különösen két irányban legtevékenyebb. Míg ugyanis egyik rész a *szerves festőanyagok előállításával* foglalkozik, addig a másiknak az *alkaloidok és a rokon testek vizsgálata*, szerkezetének felderítése, majd mesterséges előállítása képezi munkálkodása tárgyát. Az alkaloidok rendkívül bonyolódott összetétele, az elképzelhető izomer esetek nagy száma felette megnehezíti a chemikusoknak még a szerkezet megállapítását célzó munkáját is. A szerves festőanyagok mesterséges előállítására irányzott vizsgálatok fényes sikere, az alizarin, vanillin, citromsav, tyrosin, húgysav, cumarin, indigó s mennyi sok más typikus szerves vegyület synthesisé azonban új ösztönül szolgál a további munkára, mert azzal a reménységgel kecsegteti a munkálkodót, hogy a munkának végre mégis meglesz az óhajtott sikere.

Ama kiváló szerepnél fogva, melyet az alkaloidok az orvosszerek sorában betöltenek, nagy fontosságúak a szerkezetök felderítésére, synthesisökre vonatkozó vizsgálatok.

Már régóta ismernek növényeket, melyeknek bizonyos részei ölü méregként hatnak emberre, állatra egyaránt. Némely növény ez ismert hatását már az ókorban nem egyszer fordította az ember önmaga ellen, nem egyszer használta mások elemésztésére. A régi görög igazságszolgáltatás a halálra ítéltnek nyújtott méregpohárba ezen növények (leginkább a bürök) főztét keverte. Az italnak mindannyiszor meg volt a kívánt hatása.

Jó ideje tudják már, hogy az *opium*, *chinahéj*, *helleborus*, *digitalis*, *dohány*, *bürök*, *ignácshab*, mily mérges hatású a szervezetre. Azok az alkotó részek azonban, a melyeknek az említett növények élettani hatásukat köszönik, ismeretlenek maradtak egész 1816-ig, a mikor Sertürner az opiumot vizsgálat alá vevén, a morfint, a kristályos, lúgos hatású testet leválasztotta belőle.

Sertürner felfedezése a chemikusok figyelmét egyszerre a mérges növényekre terelte; nem sokára már a Strichnos-féléknek, a Veratrum albumnak, a chinafa héjának hatásos alkotó részei is izolálva voltak. Valamennyi szén, hidrogént, oxigént és nitrogént tartalmazó erős bázisnak bizonyult.

Az út meg volt törve, a morphin, strichnin, brucin, veratrin, chinin, cinchonin előállítása után az aconitin, atropin, solanin, caffenin, nicotin, coniin a megfelelő növényi részekből egymás után állítottak elő.

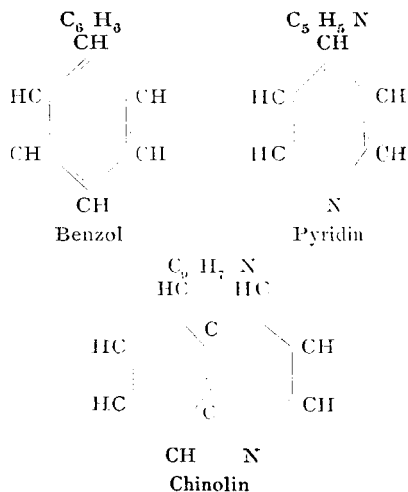
Az alkaloidok leválasztása az orvosok és chemikusok között egész forradalmat idézett elő. Az orvosok, kik az alkaloidokban a leghatásosabb, legértékesebb gyógyító szereket kapták, versenyezve vizsgálták élettani hatásait, kutatták alkalmazhatóságukat; a chemikusok legjelesbjei pedig vállvetve, erejüknek teljes megfeszítésével vizsgálták összetételüket, chemiai természetüket, a különböző kémszerekkel szemben tanúsított magatartásukat, s fáradhatlanul keresték a kapcsolatot az alkaloidok és más ismert testek között.

A kitartó munkának csak részben volt meg a kívánt eredménye. Az alkaloidok elemi összetétele, bázis-természete, az ammoniával való összefüggése megállapított ugyan s az alkaloidokhoz hasonló vegyületek niester-ségeken előállítottak, de soknak szerkezete még mai napig is ismeretlen; a legtöbbnek synthesise mindez ideig megoldatlan feladat maradt.

A szerves bázisok szerkezetének megállapítására vonatkozó kutatások legfontosabb eredménye annak a kapcsolatnak a felismerése, a mely az alkaloidok és a *pyridin*, úgyszintén a *chinolin* között van.

A pyridin és chinolin különösen az állati csontok desztillációja révén előállított kátrányban (csontolaj; oleum animale Dippeli) fordul elő. Szerkezetüket illetőleg a *pyridin* Körner feltevése szerint benzolnak tekinthető,

a melyben egy CH-atómcsoport egy N-atómmal van helyettesítve; ha pedig egy benzol- és egy pyridinmag egy molekulává egyesül, a naftalinnak megfelelő *chinolin* áll elő:



A pyridinnek, chinolinnak, a chinolinmethyl származékának, a kőszénkátrányban előforduló *chinaldinnak* stb. synthesise Körner pyridin és chinolin formuláinak helyessége mellett bizonyít. A kőszénkátrány homológ szénhidrogénjei a benzol methylszármazékai; a csontkátrányban előforduló homológ bázisok pedig a legegyszerűbb összetételű pyridinnek methyl származékai.

A *pyridin* szintelen, vízben oldható, 118°-on forró, szúrós szagú folyadék. A *chinolin* hasonlóképen szintelen, de 238°-on forró, s a levegőn megbarnuló sajátságos szagú folyadék. A pyridin és homológjai, a csontkátrányban előforduló *pikolin*, *lutidin*, *collidin*, *parvolin*, *coridin* még eddig az iparban nem alkalmaztatnak. A mi pedig a chinolint illeti, minthogy az chemiai magatartását illetőleg közel áll a chininhez s belőle elő is állítható, egyik vegyületét lázellenes orvosságai használták; most azonban e célra inkább más származékai vannak használatban; olyanok, a melyek a chininhez chemiai és élettani hatás tekintetében még közelebb állanak. A chinolin a festékiparban is

széleskörű alkalmazást talál. A pompás kékszínű, de kevésbé állandó *cyanin*, a fotográfiában is használt *chinolinvörös*, a selyem és gyapjú festésére már is széltiben alkalmazott *chinolinsárga* egytől egyik chinolinderivátok.

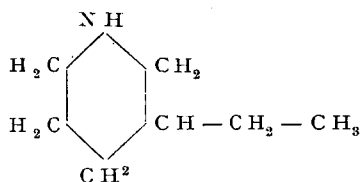
Mindezeknél nagyobb jelentőségű azonban az a felfedezés, hogy a legfontosabb alkaloidok a pyridinnek és chinolinnak ép olyan származékai, mint az aromás olajok a benzolnak. Az első ide vonatkozó észlelést Gerhardtt tette, ki a chinin, cinchonin és strichnin bomlástermékeül chinolint kapott. 1867-ben Huber a dohány alkaloidjának a nikotinnak oxidációja révén pyridindicarbonsavat, Weidela berberin (a *Berberis vulgaris* gyökerében előforduló alkaloid) oxidációja révén pyridintricarbonsavat, Gerichthen a narkotinból pyridindicarbonsavat, Ladenburg az atropinból dibrompyridint kapott, Hofmann a coniint propylpyridinné alakította át.

Az alkaloidok és a pyridin, úgyszintén a chinolin között levő kapcsolat oly sok oldalról és annyi ténnyel támogatván, ezt a kapcsolatot többen felhasználták az alkaloidok szerkezetének megállapítására, synthesisének megkísérlésére.

Lássunk néhányat az ide vonatkozó érdekesebb vizsgálatokból.

A *büddös bürök* (*Conium maculatum*) hatóanyaga, a coniin, színtelen, kábító szagú, rendkívül mérges hatású folyadék. Salétromsav vajsavvá, felmangánsavas kálium pikolinsavvá (methylpyridin) oxidálja.

A coniin synthesise czéljából Ladenburg, kieli tanár, egy ismert reakcióból kiindulva methylpyridint és acetaldehydet hozott össze. A két test egymásra hatásának termékeül allylpyridint kapott. Az allylpyridinből alkoholos oldatban nátriummal *α-propylpyridin* képződött, mely a coniinnal kémiai tekintetben teljesen megegyezik.



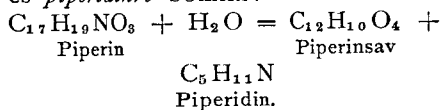
α propylpyridin.

A synthesis útján előállított alkaloid a természetes coniintól csak bizonyos fizikai sajátságokban különbözik. Míg ugyanis a természetes coniin a rajta keresztül haladó poláros fénysugár irányát — a cukor, borkősav, almasav módjára — jobbra téríti, a mesterséges coniin változást nem idéz elő; még pedig azért nem, mert a mesterséges coniint két test alkotja. Ez a két test kémiai tekintetben egymással tökéletesen megegyezik, az optikai hatást illetően azonban merőben eltérő magatartásúak. Az egyik ugyanis a természetes coniinnak megfelelően a fénysugarat éppen annyira téríti jobbra, mint a másik balra.

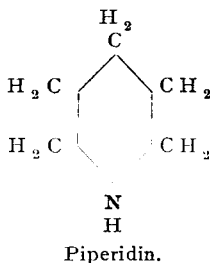
Ladenburg a mesterséges coniint borkősavas sóvá alakította át és a besűrített oldatba néhány természetes coniinból készített borkősavassó-kristályt tett. Erre az oldatból csupa egynemű olyan borkősavassó kristályosodott ki, mely a poláros fénysugarakat jobbra fordítja el. A sóból kiválasztott alkaloid a természetes coniinnal, a bürök szervezetében képződő szerves alkaloiddal mindenben megegyezett, úgy hogy a természetes és mesterséges coniin azonosságában most már semmi kétség sem foroghat fenn.

A coniinen kívül a pyridinnek még több hydro-származékát ismerjük; ilyenek: a *piperidin*, *tropin*, *nikotin* stb.

A *fekete borsban* (*Piper nigrum*) a mindenkitől jól ismert fűszerben a *piperin*,  $C_{17}H_{19}NO_3$ , nevű kristályos test foglaltatik. Ha a piperint alkoholos kálioldattal hevítjük, *piperinsavra* és *piperidinre* bomlik:

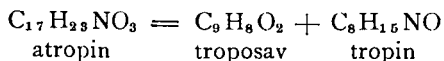


A piperidin szintelen, vízben és alkoholban könnyen oldható, borszagú és erősen lúgos hatású folyadék. Mesterséges előállítását Ladenburg kísérlette meg. Munkáját ezúttal is fényes siker koronázta. Ladenburg, hogy a piperidint mesterségesen előállítsa, pentamethylendiaminból ( $C_5H_{10}(NH_2)_2$ ) indult ki. A sósavas pentamethylendiamint gyorsan felhevítette;  $C_5H_{10}(NH_2)_2 + HCl = C_5H_{11}N + (H_4N)Cl$ . Chlorammonium és piperidin képződött. Az ilyenképen előállított mesterséges piperidin kémiai és fizikai tulajdonságokban szakasztott mássa volt a fekete borsból előállított piperedinnel. E reakció alapján a piperidin szerkezetét az itt álló képlet állítja elénk:



A *tropin*,  $C_8H_{15}NO$ , az *Atropa belladonna* és a *Datura stramonium*-ban előforduló atropinból előállítható kristályos alkaloid.

Az *atropin*,  $C_{17}H_{23}NO_3$ , rendkívül mérges hatású kristályos test. A pupillára való hatásánál fogva orvosszerűen is használják. Kraut és Lossen vizsgálatai nyomán már évekkel ezelőtt ismeretes volt, hogy az atropin baritvizes vagy sósavval beforrasztott üvegcsőben hevítve *troposavra* és *tropinra* bomlik:



Az atropin synthesisére észszerűbb eljárásnak mutatkozott, azt bomlási termékeiből újra képezni. A synthesis munkájával ismét csak Ladenburg birkózott meg. A mesterségesen előállítható tropasavat az atropinból képezett tropinnal sósav jelenlétében melegítette. A melegítésre képződő olaj-

szerű folyadékból atropin kristályosodott ki, az öt jellemző fénylő tűk alakjában.

A mesterséges atropin kémiai és élettani sajátosságai teljesen olyanok, mint a természeteséi. A legcsekélyebb mennyiségben a szembe cseppentve, a pupillát rendkívül kitágítja; reakciói és olvadáspontja ugyanaz mint a természetes atropiné.

Az a tropin synthesisének kérdése a maga teljességében még ez ideig nincs megoldva.

Felette érdekesek Ladenburgnak a *hyoscinra*, a *Hyoscyamus niger*nek az atropinnal izomer alkaloidjára vonatkozó vizsgálatai. Ladenburg vizsgálataiból ugyanis kitűnt, hogy a hyoscin bomlási termékei lényegökben ugyanazok, mint az atropinéi: tropasav és a tropinnal izomer pseudotropin.

Ha a máknak (*Papaver somniferum*) éretlen gyümölcstökjait megvágjuk, tejnemű nedv folyik ki belőle, mely a levegőn barnaszínű, gyantászerű tömeggé szárad. Ez az orvosságul és bódító szerül sokszorosan használt *opium*.

Az opiumban mekonsavhoz kötve az alkaloidok egy egész sora foglaltatik; ezek: a morfin, codein, thebain, papaverin, narkotin stb. Emez aljak között gyógyító hatásánál, orvosi értékénél fogva a *morfin* a legfontosabb.

A morfin zinkporral desztillálva pyridin, pyrrol és chinolin mellett phenantren, egy az anthracennal izomer és a köszénkátrányban előforduló szénhidrogént szolgáltat.

A morfin ezen bomlásmódjából azt gyaníthatni, hogy a morfin pyridin-származék, a mely közeli viszonyban van a phenatrenhez. Itt megint érdekesek Grimaux vizsgálatai, ki a morfin methylezése révén a codeinnel teljesen azonos testet kapott. Grimaux észleléséből arra a következtetésre jutott, hogy a *codein* homologja a morfinnak.

A *papaverin* konstitúciójának megállapításával Goldschmidt bécsi tanár foglalkozott. Vizsgálatai annyiban



vezettek eredményre, a mennyiben megállapította, hogy a papaverin-váz egy chinolin- és egy benzolvázból van összetéve, 4 meghatározott helyen methoxyl és 1 methylcsoporttal.

A *theobromin*,  $C_7H_8N_4O_2$ , a *Theobroma cacao* magvában, a kakaobabban, a csokoládé nyersanyagában fordul elő. Fehér, kristályos, kevésbé oldható por.

A *cafein* vagy *thein*,  $C_8H_{10}N_4O_2$ , a kávécsérje magvában és a teacserje leveleiben található. A kávé mintegy  $\frac{1}{2}\%$ , a tea pedig  $5\%$  cafeint tartalmaz. A *cafein* fehér, selyemfényű, gyengén keserűízű kristályokat képez. Bevéve szívdobogást, álmatlanságot, reszketést idéz elő.

A kizárólag csak a növényországban előforduló theobromint és cafeint előbb az alkaloidok közé sorolták. Kémiai sajátágaiknál fogva azonban most az állati szervezetben képződő húgysav és az ezzel rokon vegyületek között jelöltek ki számukra helyet.

A theobromin chrómsavval oxidálva monomethylparabansavra,  $(C_2O_2) \cdot CO \cdot H_2 \cdot CH_3N_2$ , chlór hatására monomethylureumra,  $CO \cdot H_3 \cdot CH_3N_2$ , és monomethyl-alloxanra,  $(CO)_2 \cdot H \cdot CH_3N_2$ , bomlik, sósav és káliumchlorát hatására dimethyl-alloxantinna,  $(C_2O_2)_2 \cdot (CH_3)_2N_2$ , oxidálódik.

A *cafein* magatartását a különböző kémszerekkel szemben *Strecker* tanulmányozta. Ő észlelte először, hogy a *cafein*nek baritvízzel való főzésekor szénsav és *cafeidin* képződik. Ez utóbbi erős bázis, a mely alkáliakkal hevítve ammoniára, methylaminra, sarkosinra, hangyasavra és szénsavra bomlik. E reakció tanúsága szerint a *cafein* 3 methylcsoportot tartalmaz; szerkezete nézve pedig a húgysavhoz,  $C_5H_4N_4O_3$ , áll közel. *Fischer* és *E.* vizsgálatai *Strecker* következtetéseit a legsebben igazolták. *Fischer* szerint ugyanis az oxidáló szerek a *cafeint*, dimethyl-alloxanná és monomethylureummá alakítják; a húgysav pedig ugyanilyen körülmények között alloxánra,  $(CO)_2H_2N_2$ , és ureumra  $CO \cdot H_4N_2$

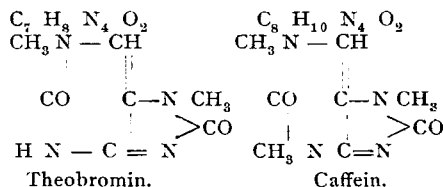
bomlik. *Fischer* ezenkívül a *cafein*-származékok egy egész sorát is előállította; ezek magatartása élénk világot vet a *cafein* konstitúciójára.

*Strecker* a xanthin ammoniás oldatához ezüstnitrátot öntvén, xanthinezüstöt,  $C_5H_4N_4O_2 \cdot Ag_2O$ , kapott, a mely methyljodiddal hevítve *dimethyl-xanthinná*,  $C_6H_2(CH_3)_2N_4O_2$ , alakult. *Fischer* szerint ez a vegyület azonos a theobrominnal. Theobromin még úgy is előáll, ha xanthint nátronlúgban feloldunk, és a forró folyadékba ólomcukrot öntünk. Ha a keletkezett xanthinólmot methyljodiddal  $100^\circ$ -ra hevítjük, theobromint kapunk.

A *cafein* mesterséges úton szintén előállítható. *Strecker* a *cafeint* mesterségesen a theobrominezüstnek methyljodiddal való hevítése révén állította elő. A *cafein* eme képződése módjából az tűnt ki, hogy a *cafein* azonos a methyltheobrominnal,  $C_6H \cdot CH_2 \cdot (CH_3)_2N_4O_2$ .

Mint hogy a xanthin guaninból könnyen előállítható, a xanthin pedig theobrominná, a theobromin *cafeinné* egyszerű módon átalakítható: kezünkben a kulcs, a kávé és csokoládé e két fontos alkotó részének a guanóból való előállítására.

A *cafein* is, mint a húgysav, 3 szénatómot tartalmaz, a melyek egymással közvetlen összeköttetésben vannak; miként a húgysav, a *cafein* is diureid, a melyben 3 methylcsoport foglaltatik. A *cafein* egy olyan atóm hidrogént is tartalmaz, a mely chlórral, brómmal, hidroxylal könnyen helyettesíthető. Ezekből az észleletekből, valamint a xanthinból való képződéséből, továbbá bomlástermékeiből a theobromin és *cafein* szerkezete a következő formulákkal értelmezhető:



Az alkaloidák megismerésére vonatkozó néhány szerencsés vizsgálat után a chemikusok törekvése főképp odairányult, hogy megállapítsák, az orvosi tekintetben fontos gyógyító szereknek, ezek között különösen a chininnek, a gyógyító szerek fejedelmének szerkezetét, s ennek alapján megkisértsék mesterséges úton való előállítását. Ha ez sikerül, nem volnánk többé a Dél-Amerika őserdeiben vadon növő, Kelet-Indiában nagy nehézséggel tenyésztett chinafára utalva, hogy, úgy mint jelenleg, a chinint kizárólag ennek kérgéből állítsuk elő.

A nagy fontosságú vizsgálatnak megfelelőleg a legkiválóbb chemikusok tapasztalataikkal, szellemök összes leleményességével, a chemiai buvárlat legkipróbáltabb módszereivel vetették magukat a feladat megoldására, fájdalom mind ezideig eredménytelenül.

A chinin-vizsgálatok eredményét röviden a következőkben foglalhatjuk össze. A chinin mint bázis diamin, reakcióinak tanuskodása szerint még egy hidroxyl- és egy metoxyl-csoportot is tartalmaz. Úgy látszik, hogy a chinin dichinolin származék. Chrómsavval oxidálva chininsavat ad; ez származéka a chinafa héjában előforduló cinchonin oxidációja révén képződő cinchoninsavnak, a melyről kitűnt, hogy chinolincarbonsav.

A chininsav szerkezete, a savban előforduló carboxyl, methoxyl helyzete megállapított; úgyszintén a chininmolekula ama maradékának szerkezete is, a mely a chinin oxidációja-kor a chininsavba átmegy.

Az újabb időben érzéstelenítőül és fájdalomcsillapítóul szeltiben alkalmazott *cocain*, a délamerikai Erythroxylon coca levelének ható anyaga. A cocain tömény sósavval hevítve benzoesavra, methylalkoholra és *ecgoninra* bomlik.

Merck a cocain mesterséges előállítása céljából több gramm *ecgonint* főlöszleges mennyiségű jodmethyllel és kevés methylalkohollal beforrasztott csőben 100°-ra hevített. Hogy a fölös-

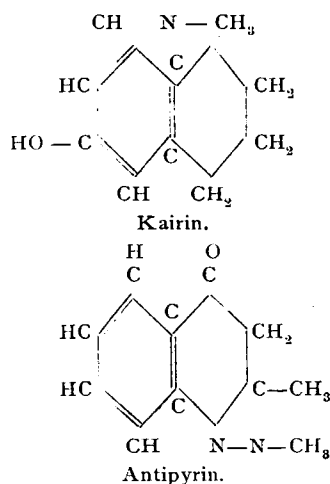
leges jodmethylt és alkoholt eltávolítsa, a cső tartalmát vízfürdőn bepárolgattatta. A szörpsűrűségű cocainsóból tiszta cocaint állított elő, melyet a természetes cocainnal minden tulajdonságában megegyezőnek talált. Összetételére nézve a cocain valószínűleg az *ecgonin* kettős éthere.

Az alkaloidkutatás lassú, de kitartó és határozott tervszerint haladó munkája az új gyógyító szerek egy egész sorozatával gazdagította az orvosi tudományt.

Ezek közül különösen a *kairint*, *thallint* és *antipyrint* emeljük ki, mint olyan szereket, a melyeket lázcsillapító hatásuknál fogva szeltiben használtak vagy használnak a mai nap is.

A *kairin*  $C_{10}H_{13}NO$ . összetételére nézve oxyhydromethylchinolin. Mesterségesen Fischer O. müncheni tanár állította elő. Lázás bajokban használtatván, kitűnt, hogy alkalmazásának olyan utókövetkezései vannak, a melyek különösen gyenge betegekre végzetesek is lehetnek. Ezért most a *kairint* nem is használják többé.

A *kairinnal* izomer a *Skraup* előállította *thallin* (tetrahydrochinanisol). Képződik, ha a *Skraup-téle* chinolinsynthesisben anilin helyett para-anisidint használunk, s az így kapott chinanisolót on és sósav hatásának kitesszük.



Valamennyi között a legérdekesebb mesterséges alkaloidot: az *antipyrint*,

$C_9H_{12}N_2O$ , K n o r r állította először elő. Az antipyrin szintén chinolin-származék. Előállítható a methyloxichininnel jódmethyllel és methylalkohollal beforrasztott üvegcsőben való hevítése révén. Az antipyrin szintelen kesernyészű, meleg vízben, alkoholban jól oldható kristályokból áll. Lázcsillapító hatása sokkal tartósabb, mint az előbbieké; ezen és más jó tulajdonságánál fogva ma már a chininnel szemben is széltiben alkalmazzák. Az antipyrin újabban a tengeri betegség ellen is használják, állítólag jó sikerrel. Az óvó szert a hajó elindulása előtt kell bevenni.

A felsorolt vizsgálatok hangosan hirdetik a pyridin és chinolin kiváló szerepét az alkaloidok szerkezetének felderítésében, mesterséges előállításában; szereplésük sejteti, hogy a *csontkáttrány* alkaloidjai époly kiapadhatatlan forrásai a természetes és mesterséges alkaloidoknak, mint a *köszénkáttrány* benzol derivátjai a festőanyagoknak.

Épen 20 esztendeje, hogy az *alizarint*, a festő buzér festőanyagát a köszénkáttrány egyik szénhidrogénjéből: az anthracénből előállították. Azóta a festő buzér termesztése jó részben megszűnt; nagy kiterjedésű földek adattak vissza eredeti rendeltetésöknek, a földművelésnek. Az alizaringyártás pedig hatalmas iparrá fejlődött; már tizenhárom évvel ezelőtt Németországban 12 gyár nyolcz millió forint értékű alizarint gyártott a köszénkáttrányból.

Nyolcz éve annak, hogy Bayer müncheni tanár mesterségesen előállította a legértékesebb festő anyagok egyikét, az *indigót*. Ennek az érdekes synthézisnek kiindulópontjául a fahéjsav szolgált, a mely a benzaldehydnek eczetsavanhydriddel való hevítésére könnyen képződik. A benzaldehyd ismét köszénkáttrány-származék. Hogy a mesterséges indigó még nem versenyezhet a természetessel, hogy a kérdés tudományos megoldását technikai

kivihetőség, a gyári előállítás kivihetősége nem követte: az a synthézis fontosságából, becséből semmit sem von le. A benzol egyik származéka az anilin. Az anilinfestő anyagok gyártása hatalmas gyáriparrá fejlődött, mely ezreknek élelmet nyújtva, millióknak jóllétét növeli, életét kellemesebbé teszi. E gyáripár termékei az anilinfestő anyagok: a fuchsin, bleu de Lyon, a Hofmann-féle ibolya és zöld, a malachitzöld stb., színpompára mind-megaannyi versenytársai a virágok szín-anyagának.

A festő és illatos anyagokkal azonban még nincsenek kimerítve azok a hasznos termékek, a melyeket a chemikus a köszénkáttrány kifogyhatatlan kincses bányájából napvilágra hozhat. Az acetanilid, az *antifebrin* pl. lázellenes hatásra az antipyrin még felül is múlja. A köszénkáttrányban előforduló toluolból Fahlberg és Lis<sup>t</sup> a fertőtlenítő és lázellenes hatású élvezeti anyagot állították elő: a *saccharint* (benzoesavsulfimid),  $C_6H_5 \cdot CO \cdot SO_2 \cdot NH$ . A saccharin rendkívül édes ízű, az állati szervezetre állítólag teljesen ártalmatlan test; 280-szor édesebb a nádcukornál, azaz 1 rész saccharinnal oly ízeffectust lehet elérni, mint 280 rész nádcukorral. Készítői a czukor pótló-szerűl ajánlották.

A köszénkáttrány aranybánya, melynek kimeríthetlen kincsei az emberiségre nézve értékesíthetők lesznek, a míg csak egy darab köszén lesz a földön.

Hogy minő és mennyi kincset rejt magában a még kiaknázatlan csontkáttrány, azt még csak nem is sejtjük; az eddig végzett kutatások egyelőre csupán csak annyit bizonyítanak, hogy e kincsek legalább is egyenlő értékűek a köszénkáttrány kincseivel, s hogy azokból kétségkívül a szenvedő emberiségre fog legnagyobb haszon hármozni.

DR. HANKÓ VILMOS.

## A KÁTRÁNYFESTÉKEKRŐL.

A kőszént joggal nevezi Jókai fekete gyémántnak; termékei a chemikus kezében számtalan olyan festékekké válnak, a melyek színpompája vetekedik a gyémántéval.

A kőszén szerkezetét még ez ideig homály fűdi; csupán azt tudjuk, hogy ásvány, és hogy szénvegyületekből áll, melyek szén-, hidrogén-, oxigén-, kevés nitrogén- és kénből alkotott bonyolult szerkezetű testek.

*Kátrány.* A legrégibb időkben a kőszént csupán tüzelő anyagül használták. Az első, ki azt más czélokra felhasználni megkísérelte, John Joachim Becher volt. Ő a kőszén száraz desztillációja útján kokszot, kátrányt s élénken égő gázt kapott. Már ő benne fogamzott meg a gondolat, hogy a kőszéndesztilláció termékei között nem a világító gáz a legfontosabb; ennek bizonyosságául szolgál, hogy 1681. augusztus 19-én Angliában Henry Serle-vel egyetemben szabadalmat vett szurok és kátrány előállítására.

Utána Dr. Hales (1726), majd William Murdoch (1792) a világító gáz készítését fejtegették; de sem ők, sem a következő emberöltő gáztechnikusai nem gondoltak a kátrány hasznosítására. Legfeljebb itt-ott tüzelőül használták, vagy nyers állapotában fa és vas olcsó bemázolására alkalmazták, bár az így nagyon is kevéssé felel meg a czélnek. A kátrány legnagyobb része kellemetlen teher volt a gázgyárakban és eltakarítása többnyire még nagy költségeket is okozott.

Idővel a kátrányt mind nagyobb mértékben használták fedéllemezek előállítására.

1846-ban, Majna melletti Frankfurtban Brönnér a legkönnyebb kátrányolajat állítja elő, melynek fő alkotórésze a benzol s ezt mint folttisztító vizet (Brönnér's Fleckenwasser) adja el. Ő ugyancsak a kátrányból víziszta kreo-

zót is állított elő, melyet vasúti talpfák átítatására készített.

Angliában 1813 óta, hogy egy egész városrészt, a Westminster Sect. Margaret nevű plébánia-kerületét gázzal kezdték kivilágítani, a világító gáz használata roppant mértékben elterjedt, elannyira, hogy nagy városok környékén az országutak mérföldekre ezzel vannak kivilágítva: a kátrány használata azonban csak 1838-ban vergődött némi jelentőségre, midőn Bethell szabadalmat vett arra, hogy a kátrányból előállított nehéz olajokkal talpfákat konzerválhasson. Ennek az olajnak előállítása ezután Francia- és Németországban is meghonosodott. Az illanósabb, könnyű olajat azonban még nem használták fel, s csak néha fogták fel, hogy tisztító víznek (Brönnér), vagy nyitott lámpákban világításra s kis mennyiségben kaucsuk feloldására használják.

1845-ben Hofmann A. W. a könnyű olajokban feltalálta a benzolt, 1849-ben Mansfield pedig tisztán állította elő s erre nem sokára a benzolból mesterséges keserű mandololajat (Nitrobenzol vagy Essence de Mirbane) csináltak. De a kátrány termékeiből mindezekre csak kevés fogyott el.

A kátrányipar csak 1856-ban, az anilinfestékek felfedezése után kapott nagy lendületet; e festékek törzsanyaga ú. i. a benzol, a melyet egyedül kátrányból állíthatunk elő. Így vált az eddig haszontalan hulladéknak tekintett kátrányból keresett és értékes árucikk.

Európában most évenként átlag 550,000 tonna kátrányt desztillálnak, melynek nagyobb részét Angliában, hol egyetlen egy cég a »Burt, Boulton and Haywood«-féleSilbertownban az Európában évenként feldolgozott összes kátránynak körülbelül  $\frac{1}{4}$  részét maga párolja le.

A világítógázgyárak retortáiban a levegő kizárásával hevített kőszén tel-



jesen felbomlik. Nagyobbbrészt illó vegyületek származnak belőle, melyek a hosszú hűtő csövekben részben lecsapódnak, részben pedig gázállapotban maradnak; — ez utóbbiak adják a világító gázt. A retortákban a kevés ásványi anyagokkal tisztátlanított szénkoks marad vissza.

A lecsapódott folyadék két rétegre válik: a felső ammoniavíz, az alsó fekete, vastag olajos kátrány. S e kátrány az alapja a mai nagy, magas fokon álló festékiparnak, a mely ez előtt 32 évvel még nem is létezett.

A kőszénkátrány sok különböző anyag keveréke, melyeket chemiai tulajdonságaik szerint három csoportba oszthatunk:

1. A szénhidrogének; vegyületek, a melyek csupán szénből és hidrogénből állanak; teljesen közömbösek, — higított savakban és lúgokban nem oldhatók s a kátrány legnagyobb és legbecsebb részét alkotják. Ide tartozik a benzol, tolnol, xylol, naftalin, az anthracén stb.

2. E csoport tagjai a fenolok, a melyek szénen és hidrogénen kívül még oxigént is tartalmaznak. Gyöngé savakban, valamint lúgokban is oldhatók. Mennyiségre nézve a második helyet foglalják el a kátrány alkotó részei között. Legfontosabb itt a karbolsav és a kreoizot.

3. A harmadik csoport jelentékelen; csekély mennyiségben több bázist foglal magában, melyek savakban oldhatók, de lúgokban nem.

A kátrány alkotó részeinek egymástól való elválasztására a részletes lepárlás szolgál, a mely azon az elven alapszik, hogy különböző folyadékok keverékének hevítésekor legelőször a legalacsonyabb hőfokon forró alkotó rész illan el. Tiszta borszesz 78 Celsius-fokon forr, a víz 100°-on. Ha vízzel kevert borszeszt párolunk le, a folyadék már 78°-on kezd forrni és eleinte csak borszesz megy át a hűtő készülékbe. De az elválasztás nem pontos, mert nem sokára már a magasabb

hőfokon forró folyadék is átmegy a felfogó edénybe. Ha példánkban a lepárlatot három külön részletben (fractio) fogjuk föl, elsőnek erős borszeszt kapunk, másodiknak nagyon vizeset s harmadiknak tiszta vizet.

A kátrány alkotó részeinek forró pontjai nagyon távol esnek egymástól, p. i. a benzol 80°-on forr, az anthracén pedig 370°-on, s így már az első lepárláskor az alkotó részek egymástól való elválasztása annyira sikerül, hogy bizonyos alkatrészeket csak az első, másokat csak a második vagy harmadik részletben fogunk keresni.

A lepárlást nagy vasretortákból végezik. Ezek teljesen zárt, többnyire hengeralakú edények, melyeknek a felső végéből kiinduló cső az elillanó gőzöket a hűtő készülékbe vezeti, hogy ott lecsapódjanak s a cső végéből a felfogó edényekbe csorogjanak.

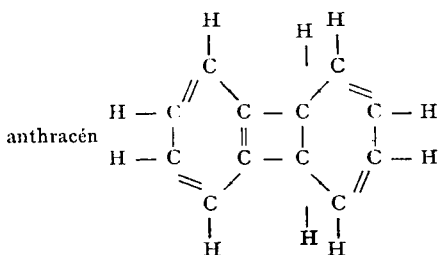
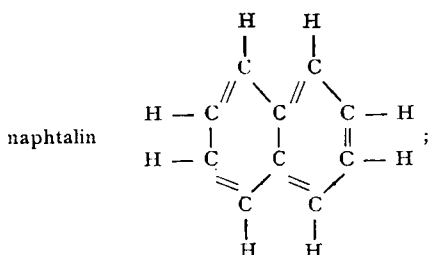
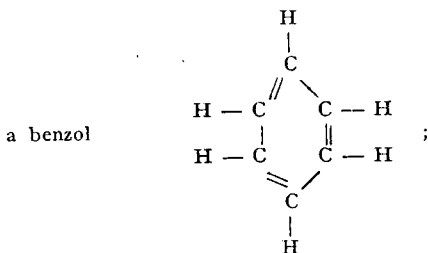
Az egyes részleteket savval és aztán lúggal mossák, hogy egyrészt a bázisokat és fenolokat, másrészt a savakat eltávolítsák; ezután a termékeket egyenként ismét részletes lepárlásnak vetik alá; minek többszöri ismétlése után az egyes alkatrészeket külön-külön kapják meg.

Hogy az így előállított tiszta anyagok további felhasználását megértsük, kissé be kell hatolnunk a szénvegyületek misztériumába.

A szén — bár csak négyértékű — magával hidrogénnel száz meg száz egymástól teljesen különböző vegyületet alkot. Hogy a szén ily sokféle vegyületet alkothat, annak az a tulajdonsága az oka, hogy atómjainak nagy hajlandóságuk van lánc- vagy gyűrűalakban nemcsak egy, de gyakran két kapcsolással egymáshoz fűződni.

Láncalakú szerkezetűek a petroleum szénhidrogénjei, például a butan  $CH_3 \cdot CH_2 \cdot CH_2 \cdot CH_3$ , tehát négy szénatóm egy-egy értékűsége (itt pontokkal jelezve) révén egyesül egymással s a fennmaradó értékeket hidrogénatómok telítik. Az ilyen képletet szerkezeti képletnek nevezzük.

Gyűrűalakban egymáshoz fűzött szénatómokból álló szerkezetűek a kátrány termékei; így:



A szénatómok eme kapcsolatai, különösen a gyűrű-alakúak, nagyon szilárdak, ellenben a hozzájuk csatlakozott más elemek atómjait könnyen elvehetjük tőlök s másokkal cserélhetjük fel (pl. egy hidrogénatómot egy chlór-atómmal). A szénatómok kapcsait már csak nagy nehezen téphetjük széjjel. Így a benzol hat szénatomból alkotott gyűrűje az anilinfestékek előállítására szolgáló tekervényes utakon a legkülönbébb megpróbáltatásoknak ellentállva, teljes épségében megmarad.

*Benzol*,  $C_6 H_6$ ; színtelen, a fényt erősen törő olaj. Ebből készül az anilin s így valamennyi anilinfesték is belőle származik.

*Karbolsav vagy fenol*,  $C_6 H_5 - O H$ , tehát benzol, melyben egy hidrogén

hidroxillal van helyettesítve. Átható szagú, fehér, tűalakú kristályok. Többek között a sárga pikrinsav készül belőle.

*Naftalin*,  $C_{10} H_8$ ; különös kellemetlen illatú fehér kristálykák. Újabb időben háziasszonyaink molypusztító szerként használják — az egészségben maradó molyok öröme. Belőle készül a Martius-sárga, Victoria-kék, Bordeaux-piros stb.

*Anthracén*,  $C_{14} H_{10}$ ; kékes csilámú fehér lapocskák. Az alizarin alapanyaga — de nem az alizarin és anthracén tintái, melyekben még nyomát se találjuk; csupán a hangzatoság kedvéért díszelnek e nevek a tintás üvegeken.

*Resorcin*,  $C_6 H_4 (O H)_2$ , a benzolból készül. Fehér tűalakú kristályok.

*Ftalsav*,  $C_6 H_4 (C O_2 H)_2$ . Hosszú fehér tűk. Mindama szénvegyület, mely a  $C O_2 H$  (Carboxyl) csoportot tartalmazza, savtermészetű.

A ftalsavat naftalinból állítjuk elő.

*Anilin*,  $C_6 H_5 N H_2$ . Színtelen vastag olaj. Benzolból készítik. A benzol salétromsavval keverve, adja a nitrobenzolt (Mirbanolaj,  $C_6 H_5 N O_2$ ) ebből hidrogénnel redukálva, anilin áll elő.

Íme ezek azok a testek, a melyek a kátrányfestékek gyártásában a fő szerepet viszik.

A kelmefestés módját a festékek kémiai természete határozza meg s e szerint a festékeket két fő csoportba oszthatjuk.

I. Festékek, a melyek sem az állati, sem a növényi rosttal nem vegyülnek.

a) Vízben és alkoholban oldhatatlanok. Ide tartoznak az ásványfestékek, melyeket a kelmékre csak reátapaszthatunk, mint pl. a plajbász grafitját a papirosra.

b) Vízben, alkoholban oldhatók. E csoport festékeinek oldata a rostot rögtön színesíti, ha azt előbb bizonyos avóval (Beize; pl. csersav, némely olajok és fém sók) átitatjuk. Ilyen a cochénille, alizarin stb.

II. Vízben vagy alkoholban oldható festékek, melyek oldatban az állati anyaggal (selyem, gyapjú) közvetlenül vegyülnek.

a) A növényi rostot (pamut) is közvetlenül megfestik.

b) Melyek csak avó segítségével festik meg a növényi rostot.

**Anilin festékek.** *Rosanilincsoport.* 1856-ban egy angol chemikus, Perkin, anilimból chinint akarván készíteni, az anilint chrómsavval kezelte; czélját ő ugyan el nem érte, de kapott egy violaszínű festéket, a Mauveint.

Hofmann A. W. 1858-ban fedezte fel a fuchstint s már ugyanazon évben Verguin a szép piros festéket sokkal egyszerűbben, a nyers anilin oxidációja révén állította elő. E felfedezésére Renard freres et Franc Lyonban szabadalmat vettek. Ezzel Franciaország egy új iparág székhelyévé lett.

1867-ben a Societé de Fuchsine fényes kiállítást rendezett s ezzel úgyszólván monopóliumot kapott, de Hofmann A. W. a rosanilinekkel, az úgynevezett Dahliaviolákkal új tért nyitott az iparnak.

Lázás tevékenység fejlődött most; olyan módszereket kerestek, melyek még jobb eredményeket szolgáltatassanak.

Hofmann, Kekulé, Rosenstiehl és sok más tudós hasztalan fáradozott a fuchsin szerkezetének megállapításán; csak 1878-ban sikerült ez Fischer Ottó és Emilnek.

Friedel és Crafts synthesis útján előállítják a triphenylmethant  $(C_6H_5)_3CH$ , melyből a két Fischer a leukanilint készítették s úgy fogták fel szerkezetét, hogy ez methan, melyben három hidrogénatom, három anilinyökkel van helyettesítve. Megfelelő oxidáció révén olyan festékbázist kapunk, a melynek sói pompásan pirosak, ilyen: a sósavas pararosanilin, sósavas rosanilin vagy fuchsin.

A következő kis összeállítás bepilantást enged a fuchsingyártásba. Az egymás után megnevezett anyagok sorrend szerint készülnek egymásból.

100 kg. kőszén ad 3—5 kg. kátrányt, 100 kg. kátrány ad:

|      |                      |              |
|------|----------------------|--------------|
| 3    | kg. nyers benzolt,   | ebből készül |
| 1.5  | » tiszta » » »       |              |
| 3    | » nitrobenzol, » »   |              |
| 2.25 | » nyers anilin, » »  |              |
| 3.37 | » » anilinpíros, » » |              |
| 1.12 | » tiszta fuchsin.    |              |

Tehát egy kilogramm fuchsin előállítására 30 métermázsza kőszén szükséges.

Hogy a theoretikus ismeretek milyen fontosak a gyakorlatra, mutassák a következők: 1863-ban Hofmann A. W. felállítja az ammonium-theoriát, mely szerint az ammoniában ( $NH_3$ ) egy vagy több hidrogénatom alkoholgyökökkel helyettesíthető. Ezt a reakciót felhasználva az ammonia maradékokat ( $-NH_2$ ) tartalmazó rosanilinre, violaszínű festékekre, a Dahlia-festékekre bukkant.

1860-ban Girard és G. de Larrie Párizsban szabadalmat vettek egy kék festékre, melyet anilin és rosanilinsók együttes hevítése révén állítottak elő. Hofmann A. W. ezt úgy magyarázza, hogy a rosanilin amingyökeinek hidrogénjei részben fenilekkel ( $C_6H_5-$ ) vannak helyettesítve. Ennek következtében észszerűbbnek látszott az eddig követett módszer helyett, t. i. hogy előbb anilin és toluidin oxidációja révén rosanilint készítsenek s csak ebből állítsák elő a viola és kék festékeket, rögtön olyan anilint és toluidint használni, melyekben már az aminhidrogének alkohol- vagy fenilgyökökkel helyettesítve vannak.

Így kapták a dimethylanilinből a methylviolát és difenilaminból a difenilaminkeket, mely mindketten leve-zethetők a pararosanilinból.

A foszgen három molekula dimethylanilinnal a pompás kristályos viola 5 B-t adja.

Ez a folyamat nagy műszaki jelentőségű; mert vele bármely alkylált anilimból közvetlenül a legkülönbözőbb viola, sárga és kék festéket állíthatjuk elő.

Ide tartozik legszebb kékünk, a Vic-

toria-kék, a szép sárga auramin és a tavaly kereskedésbe hozott égkék is.

A versenynek gyorsan kellett fejlődni, hogy a szokásos módszerekkel ép oly szép termékeket lehessen egyenlő mennyiségben előállítani; az árak csökkenetek s a piacra tisztább árúk kerültek.

Fischer Ottó 1877-ben közölte, hogy a keserűmandolaolaj dimethyl-anilinnel hevítve, szintelen bázist ad, melynek rosanilinszerű szerkezetét felismervén, ebből oxidáció útján egy zöld festéket készített.

Majdnem egy időben Döbner benzotrichlorid ( $C_6H_5CCl_3$ ) és dimethylanilinból a »malachitzöldet« állította elő, melyre a berlini nagy kátrány- és festékgyár vett szabadalmat magának.

Míg azt a kérdést szellőztették, hogy a malachitzöld és Fischer zöldjének egy leukobázis képezi-e alapját: a bádeni anilin- és szíksógyár és a bázeli Bindschelder és Busch cég gyárában megkísérlették Fischer reakcióját műszaki úton véghezvinni és már 1878. márczius havában sikerült az addig értékes keserűmandolaolajat (benzaldehyd,  $C_6H_5COH$ , el nem cserélendő a csupán szagra hozzá hasonló nitrobenzollal) a toluolból synthesis útján előállítani s ebből »szolidzöldet« kapni.

A műszaki nehézségeket olyan gyorsan és fényesen győzték le, hogy senki sem akarta a synthesist elhinni, inkább szabadalomsérelmet gyanítottak, de a tények igazolták a gyakorlatban és elméletben erős technikának nagyszerű sikerét.

**Azofestékek.** A festékgyártás más térein is nagyot lendített az elmélet. 1858-ban GriesPéter a diazovegyületeket fedezte fel, melyek szerkezetét Kekulé magyarázta meg.

Salétromsav az anilin vagy más hasonló bázis sóira olyképen hat, hogy belőlök a diazovegyületek létesülnek. Ezzel a festékgyártásnak beláthatatlan nagy tér nyílik.

A diazovegyületek szárazon nagyon robbanékonyak s e nagy bomlási hajlammal jár nagy reakcióképességük is. Ha valamelyik diazobenzolsót (például  $C_6H_5N=N.Cl$ ) borszeszszel hevítünk, nitrogén illan el s benzol származik, és ha a vizenyős oldatot benzolból eredő vagy analog bázisok oldatába öntjük, diazoamido- és végre amidoazovegyületek keletkeznek, mely utóbbiaknak kitűnő festő tulajdonságuk van s mint azofestékek ismeretesek. Fenolokkal hasonló a reakció.

Igy a sulfanilsav és resorcin a narancsszínű tropaeolin vagy chrysoint adja. Ide tartoznak még a gyönyörű narancsszínű helianthin, a Majna melletti Höchst festékművének ponceau R-je, a bordeauxpiros, azokék, Bismarck-barna stb. Az azofestékekből állítatnak elő a disazofestékek, melyek közvetlenül megfestik a pamutot, így a biebrichi skarlát-, a pompás crocein skarlát-, a congoveres s legújabbán Bayer Frigyes elberfeldi gyárának sárga chrysaminja, piros benzopurpurinja, benzoaurinja és rosaurinja stb.

**Tatrazin.** Ziegler Baselben Knorr munkálatainak nyomán a dioxyborkósavas nátrium (még két év előtt a laboratoriumok legritkább preparatumainak egyike) és fenylyhdrazinból készíti a tatrazint. E pompás sárga festék a fénynek és szappannak teljesen ellentáll és bizonyítja, hogy a közönség előitélete az anilinfestékekről még oly időből ered, mikor a festékipar nem volt annyira kifejlődve mint manapság.

**Fenolfestékek.** Resorcinból nagyszámú, két színt játszó (fluoreskáló) pompás festék származik: az eosinfestékek és a resorcinkék. Ez utóbbi salétromos savnak resorcinra s az így keletkező termékre brómnak való hatásából származik. Színtartó, értékes kék festék, mely a kelmék redőin pompás piros színt játszik.

Az 1874-ben Münchenben Baeyer-től felfedezett eosinek anyja a fluorescein, mely ftalsavnak és resorcinnak



200°-on való összeolvasztásakor szárazmazik. A szerint, hogy a fluoresceinre jó, bróm, chlór vagy salétomsav hat, a különböző árnyalatú piros eosinfestékeket kapjuk. Ilyenek az eosin *J*, eosin *B*, erythrosin, pyrosin, aureosin, primrose soluble, safrosin, rose bengal, floxin és cyamosin stb.

A fenolfestékekhez tartozik a kitűnően színtartó zöld coerulein, a viola gallein, a Martius-sárga, a tavaly nagy hírre vergődött francia »Melinit« robbanó anyagban főszerepet játszó sárgán festő pikrinsav is.

**Anthracénfestékek.** A hatvanas évek végeig Dél-Franciaország földműveseinek fő keresete a pirosító búzér (*Rubia tinctorum*, garance, Krapp) eladásában állott. Átlag 80 millió frank értékű búzért termeltek.

A búzér értékét a benne foglalt egy százalék alizarin adta meg, mely gyapjút, pamutot egyaránt pompás és elpusztíthatatlanul pirosra fest. Akkortájt 100 kg. búzér, mely egy kilogramm alizarint tartalmazott, megért 80—100 frankot, ma egy kilogramm tiszta alizarint kapunk 12 1/2 frankért. A fiatalabb festőnemzedék már alig ismeri a pirosító búzért.

Robiquet, Schutzenberger, Rosenstiehl és még több tudós megállapította a búzér összetételét és éppen midőn Rochleder, Pernoz és Kopp Emil a növény festőanyagát észszerű és használhatóbb alakban készítették: Graebe C. és Liebermann C. Berlinben (1868) az alizarint synthesis útján állították elő.

Az elmélet e vívmánya egyszerre tönkre tette Dél-Franciaország nagymérvű búzértermelését és Németországot egy új nagy iparral gazdagította.

Az alizarint most kizárólagosan

anthracénból készítik: oxidáció útján antrachinont állítanak belőle elő s ebből füstölő kénsavval majd marónátronnal való hevítés útján az alizarint.

E festék 20% alizarin-tartalommal, mint narancsszínű tészta jó a kereskedésbe. A vele festett kelmék színét törökveresnek (Türkischroth) nevezzük.

**Indigó.** E becses festő anyagot már Krisztus születése előtt ismerték. Európában a festőfüvet (csülleng, Waid) indigótartalma miatt régen természeteték, sőt Németországban és Angliában termesztése némely arisztokraták kiváltsága volt.

Portugalli kereskedők nemsokára India felfedezése után nagy mennyiségben hozták Európába az indigót s ezzel roppantul károsíták a nagy haszonnal járó festőfütermelést. A német »Waidaristokraták« felbőszültek ez új »Teufelsfutter« ellen s szorgalmazásukra 1594-ben a regensburgi országgyűlés halálbüntetés terhe alatt megtiltotta az indigó bevitelét. E példát Anglia és Franciaország is követte.

Hogy mennyire jövedelmezett a festőfü, mutatja az, hogy 1526-ban egy festőfüvet termesztő francia a Spanyolországban fogva tartott I. Ferenczért kifizette a váltságdíját.

Mikor Angliában a kereskedők az indigó szabad behozatalát kieszközlötték, 1737-ben Németországban is megengedték az indigó bevitelét.

1880-ban Bayer Adolf Münchenben az indigót is elő állítja synthetisis útján a köszénkátrány termékeiből.

Ez a mesterséges indigó azonban, drága előállítása miatt, a bengáli indigóval ma még nem versenyezhet, de már is Damokles kardjaként veszélyezteteti Indiák virágzó indigó-termesztését.

GERSTER E. MIKLÓS.

# TERMÉSZETTUDOMÁNYI MOZGALMAK.

## I. A FIZIKA KÖRÉBŐL.

### 15.

**A folyadékok belső áramlásáról.** Újabb időkben a folyadékok és gázok mechanikájára vonatkozólag több rendbeli, igen érdekes kutatások történtek, melyeknek, úgy látszik, fontos gyakorlati következményeik is lesznek. Ilyen például a folyadékok belső áramlásának és örvénylésének tanulmányozása, elméleti és kísérleti vizsgálása.

A folyékony és gáznemű testek molekuláris szerkezete nagy mértékben megnehezíti az efféle vizsgálatokat. Egyik vízcsepp miben sem különbözik a másiktól, egyik gázrészecske csak olyan mint a másik, sőt az utóbbiakat, parányiságuk miatt, rendszerint meg sem bírjuk egyáltalában figyelni. Így aztán nagyon könnyen megeshetik, hogy a folyadékokban — a gázokat is közéjük értve — sok mindenféle változás, áramlások, örvénylések stb. mehetnek végbe, melyek végkép elrejtőznek megfigyeléseink elől. A levegő mozgásait is csak akkor láthatjuk, ha valami idegen test van benne, vagy ha a gáznemű test egy része izzóvá válik, a mint ez az égéskor történik. Ha például világító gázt árasztunk ki, legföljebb a szagáról veszünk csak észre, a kiömlő gáz-sugarat azonban nem láthatjuk. De közelítsünk a kifolyó nyíláshoz izzó testet, a tőle megmelegedő gáz felgyulad, mire aztán az izzó gáztömeg, melyben többnyire még kiváladó szénrészecskék is parázslanak, láthatóvá lesz. A mozgókéony felfüggesztett levelek és szárnyak, miket az áramló levegő könnyen lobogtat vagy forgathat, szintén elárulják a levegőben történő áramlások némely jelenségeit, ugyanígy a felhők és a felszálló füstoszlopok. Fűtött szobában, melyben ajtó-nyitással, föl s alá járkálással nem háborítják a levegőt, a dohányfüst igen szépen megmutatja a különböző hőfokú levegő rétegzetes voltát. Vízben és más folyékony anyagokban az áramlásokat akként tették szemléltethetővé, hogy a folyadékba vele jóformán egyenlő sűrűségű szilárd testeket hintettek, melyek ennélfogva mindenütt lebegve maradnak benne. A vízre nézve ilyen anyag pl. a borostyánkő porladéka, a mit e célra sikeresen lehet használni. Mindez azonban a megfigyelésnek még csak a durvább módja. Sokkal tisztábban bepillantathatunk a folyadékok belső áramlásába, ha a folyadékba egy másik folyadékot juttatunk be.

Ilyenformán járt el Reusch már

1860-ban.\* Két egyenlő tágasságú hengert, mindenikőkre membránfeneket kötve, s az egyikét tisztált vízzel, a másikat pedig színes folyadékkal töltve meg, akként helyezett egymásra, hogy a vizes henger fölül volt, s az alatta levőtől csak a fenéki szolgáló membrán választotta el. Ezen a közbelső membránon közép tájon egy nyílás volt vágva, melyet egyszerű csapó szellentyű rekesztett el. Ha már most az alsó henger fenekén levő membránra, a melyet a ránehezedő színes folyadék kipúposít, fölfelé irányuló ütést mérünk, a közbelső membrán szellentyűje fölnyillan s a színes folyadékból egy keveskét bebocsát a felső hengerbe, hol is az mindjárt bodor-alakot ölt s a tiszta vízben fölfelé kezd szállni. Az így keletkező folyadék-bodor igen nevezetes tulajdonságokat árul el s a folyadékok mozgásában rendkívül fontos szerepet játszik. Minden ilyen bodor egy-egy örvény-gyűrű, vagyis egy magában záródó örvényszál. Helmholtz a folyadékok örvénylő mozgásainak elméletével behatóan foglalkozott, s ide vonatkozó theoretikus vizsgálatait egy remek értekezésben tette közzé.\*\*

Az imént mondtuk, hogy az örvénygyűrűknek igen nevezetes tulajdonságaik vannak. Így például két ilyen bodor-alakú örvényszál, közös tengely körül és egy értelemben forogva, egyik a másik után halad tova, az elől menő kitér, mozgása meglassodik; az utána jövő ellenben összehúzdik, mozgása nekigyorsul, úgy hogy amazt nemcsak utóléri, hanem a kitérte bodron keresztül-surranva, el is hagyja; mire aztán e játékok többször ismétlődik s a gyűrűk váltakozva surranak át egy a másón.

Ugyanazokat a jelenségeket, melyeket e módon a folyadékokban tapasztalunk, feltalálhatjuk a gázokban is. Hogy a levegő mozgásait szemléltethetővé tegyük, vagy a dohányfüstöt használjuk fel, vagy azt a finom szalmiakport, a mely, mint valami fehér füst, oly helyeken támad, a hol két légáram — egyike sósavfogózt, másika ammoniagázt hozva — összetalálkozik egymással. Ugy látszik, az amerikai Rogers volt az első, a ki e fajta kísérletekre

\* Ueber gewisse Strömungsgebilde im Innern von Flüssigkeiten und deren morphologische Bedeutung. Tübingen. 1860.

\*\* Ueber Integrale d. hydrodynamischen Gleichungen, welche den Wirbelbewegungen entsprechen. — Crelle's Journal Bd. 55, 1858.

dohányfüstöt használt; később Reusch és Tait tették az örvénygyűrűk jelenségét e módon láthatóvá. Ha egy faláda-alakú szekrény egyik hosszanti fala helyére membránképen egy szorosan kifeszített szövetdarabot alkalmazunk s az áttélenes fal középpontján köralakú nyílást vágunk s azután a szekrényt dohányfüsttel vagy az imént említett szalmiákkelvel megtöltjük s a membrán közepére merőleges ütést mérünk, ekkor a szekrény nyílásából örvénygyűrűk bodorognak ki s tökéletesen azt a magaviseletet tanúsítják, a melyet az elmélet tőlük megkövetel. Az örvénygyűrűknek különösen feltűnő és nevezetes az a sajátságuk, hogy semmiképen sem lehet őket szétrombolni. E sajátság Sir William Thomson-t arra a mondásra indította, hogy az atomokat efféle szétrombolhatatlan és elpusztíthatatlan örvénygyűrűknek lehet tekinteni.

Bezold, a berlini meteorologiai intézet vezetője mintegy két évvel ezelőtt egy olyan módszerrel foglalkozott, a mellyel a hőmérsékleti különbségek okozta áramlásokat a folyadékokban szemléltetővé lehet tenni. Ha anilintentába (hektográf-tentába) mártott toll hegyét jól laposan a tiszta vízzel megtöltött üvegpohár felszínéhez érintjük, azt vesszük észre, hogy tentától színre füstölt szálak kerekednek, csakhamar lesüllyednek s a pohár legmélegebb része felé iparkodnak, onnan aztán megint fölfelé kanyarodnak.

A folyadék különböző hőmérsékleti viszonyaihoz képest ezek az áramlási jelenségek mások és mások, de mindig olyanok, hogy a legesekélyebb hőmérsékleti különbséget is láthatóvá teszik. Természetes, hogy az áramlások hektográf-tenta nélkül is megvannak a folyadékokban s hogy a tenta csak arra való, hogy láthatóvá tegye, valamint az előbb említett levegőbeli örvénygyűrűk akkor is létrejönnek, ha a membrán-falon megütött szekrény nincs is füsttel megtöltve, csak hogy ez esetben a levegő mozgását nem lehet látni.

Azon módon, a mint a folyadékokban ezek az áramlási jelenségek, ép úgy a levegőben bizonyos felhő-alakulatok jöhetnek létre. Igaz, hogy nagy merészségnek látszatik, efféle kiskörü jelenségekben a szabad természetben végbemenőkre következtetést vonni akarni s bizonyos, hogy az ilyesmiben nagyon óvatosan kell eljárni, de másfelől azt sem szabad feledni, hogy mindenütt egyazon erőhatásokkal van dolgunk, a melyek mindenütt ugyanazon törvények szerint következnek be.

Bezoldnak következő kísérlete is a szabad természetnek egy másik nagyszerű jelenségét, a forgó viharok (ciklónok) létrejöttét akarja érzékelhetővé tenni. Kísérlete röviden a következő: A vízzel

töltött edény felszínére a már említett hektográf-tentából ráereszt egy cseppet; ez a vízhez való tapadásánál fogva nagygyorsan elterjed a felületen, egészen ki a szélekig; de minthogy a folyadék valamivel hidegebb a környező levegőnél, a középponttól a kerülethez kisugárzó szalagok, mintegy küllők képződnek. Ha most az edényt lassan forgatjuk, a folyadék, tehetetlenségénél fogva, nem egyszerre, hanem csak apránként kezd részt venni a forgó mozgásban. Legelőször az üveggel érintkező részecskék lódítatnak el, mialatt a forgás tengely közelében levők még vesztegelnek. A megfordított jelenség áll be, ha a forgást egyszerre csak megakasztjuk. A tentaküllők mulékony megörbédése a folyadék mozgásának lassankénti csökkenését teszi szemléltetővé.

Mintegy öt percnyi vártat mulva, miután a tentát a folyadékra csöppentettük, a nyugvó edényben — föltéve, hogy a víz hidegebb a levegőnél — sajátságos rojtok, czafrangos bojtok ereszkednek lefelé, a tenta legnagyobb részét az edény közepe táján a fenékre húzva s onnan a falak mentében mint valami vékony hártyahenger megint fölemelkedve. Ha azután, mikor már a színes képződmény középponti törzse létrejött, az edényt lassan forgatni kezdjük, a festékes részecskék mind a fenéken, mind a vízszínen a szélek felé tudnak s az edény falán egymással szembe szállnak, t. i. a felszín festékes részecskéi lesüllyednek, a fenékbéli pedig fölemelkednek, olyformán, mintha két színes henger egyik a másikba tolnék bele.

Ha már most a forgatást megszüntetjük, az említett két hengeralapást gyorsan a közepre húzódik, és pedig az alsó lefelé, a felső fölfelé s e közben egymásba is fűződnek, a miből különös, alakra nézve igen sajátságos, keheleszerű képződmények keletkeznek.

Említsük még meg, hogy eme szép kísérleteket a centrifugálgépen igen jól meg lehet mutatni, de a gépet úgy kell fölkészíteni, hogy a vizes edény a kis korong fölé téthessék, a forgatás pedig a nagy korongon történjék.

A mi a jelenség magyarázatát illeti, könnyű belátni, hogy itt meglehetősen bonyolult esettel van dolgunk; szerepel benne, és pedig első sorban, a középfutó erő, a hőmérsékleti különbségek okozta folyadék-áramlás, továbbá a kapillaritás a két folyadék érintkező lapján, s mindezekhez még a folyadék belső surlódása is hozzájárul.

Bezold fejtegetései szerint, egészen hasonló körülmények szerepelnek a légkörben is az igen gyors forgású ciklónoknál, az ú. n. tornádóknál vagy forgatagoknál. Ott is forgás van egy vertikális tengely körül, ott is vannak áramlások, a melyek

tekervényesen a középpont felé közelednek s ugyanakkor lassanként föl is emelkednek. Igen nagy sebesség mellett megtörténhetik, hogy épen olyan jelenségek támadnak a légkörben, mint a minőket az imént leírt folyadék-kelyhek belsejében észlelhetünk, hol is a folyadék a kehely felületén tekervényesen fölszáll, mi alatt a tengelytáji folyadék meg lesüllyed.

A levegő mozgását a földfelületen a surlódás jelentékenyen akadályozza; ez az oka, hogy a forgás sebessége fölfelé folyvást növekszik s ennek megfelelőleg növekszik a tengelytől kifelé tartó centrifugális erő is. Ennek következtében megeshetik, hogy a levegőmozgás, kifelé igyekeztén, az örvény belsejében ritkultságot idéz elő; és minthogy alulról a levegő gyors odaáramlása inkább van akadályozva, fölülről zuhan bele a levegő. Így támadnak azok a fellegekbeől leszálló tölcserék, a melyek az igazi forgatagokon (tornádókon) tapasztalhatók. Ez természetesen nem zárja ki, hogy alulról is ne támadhatna efflele odaáramlás, a mi aztán viszont földi tárgyakat: vizet, homokot, stb. fog spirálisan fölfelé sodorni.

De nem nagy vakmerőség-e, a pohár vízben mesterségesen előállított örvénylésről a légkörben végbemenő óriási viharokra következtetéseket vonni? Igaz, hogy e következtetés nem jár kockázatot nélkül, de mindamellett teljesen jogosult analógiákra támaszkodik. Az, hogy az egyik esetben csepegős folyadék, a másikban légköri levegő szolgál a mozgás anyagául, a jelenség lényegén mit sem változtat. Annyi azonban áll, hogy a kérdést, vajjon az ilyen analógiákat meddig szabad újni-fűzni s mennyiben lehet a forgó viharok elméletének megállapítására felhasználni, csakis beható meteorológiai és matematikai kutatások dönthetik el.

Az imént említett kísérletekkel szoros kapcsolatban állanak S v e d o v kutatásai,\* ki is a hidrodinamikai elvek alapján a ciklónok eddigi elméleteit veti bíráló alá. F a y e francia csillagász elmélete föltetzi, hogy a forgó mozgás oda fent a cirrus- vagyis rojtos fellegekben támad és lefelé kanyargó örvényekből áll. Ezzel szemben a közönségesen vallott nézet azt állítja, hogy az örvénylő mozgás a föld színéről indul ki s onnan sodródik fölfelé.

Az orosz fizikus a légkörben végbemenő folyamatokat következő kísérleti berendezéssel igyekszik utánózni. Egy henger-alakú üvegedénybe három fajta vizes oldatot önt, olyanokat, melyeknek sűrűsége csak kevésbé különbözik egymástól, úgy hogy egyik a másikon úszva, három folyadékréteg keletkezzék. Legalulra 1:08 sűrűségű chlórca-

cium-oldatot önt; e fölé 1:05 sűrűségű konyhasó-oldatot; legfölültre pedig 1:03 sűrűségű szóda- (natriumcarbonát-) oldatot. A három folyadékot egy a legfelsőbe és egy a legalsóba lecsüngő vízszintes kis koronggal (átmérőjük mintegy 2 cm.) forgásra indíthatja.

Ha a felső korongot forgatjuk, azt vesszük észre, hogy az alsó rétegből, épen a korong alatti tájról fölfelé tartó spirális mozgás kerekedik. Az alsó folyadékból először is egy pár felhő-fosztlány kapaszkodik fel a felső rétegekbe. Az alsó és felső réteg elegyedésekor t. i. kréta- (calciumcarbonát-) fellegek támadnak, a melyek a folyadék mozgásait igen szépen elárulják. A mint a korong forgása gyorsabbodik, a középső réteg felszíne a közepén ködszerűleg felduzzad s a belőle kitornyosodó fellegek mind sűrűbbekké válnak. Ekképen az alsó folyadék, noha nagyobb a sűrűsége, behatol a könnyebb felső folyadékba s az elegyedés közben csapadékpelyhek képződnek, melyek hőzivatarra emlékeztetik a szemlélőt. Ez esetben tehát felszálló örvény támad, melynek oka oda fent keresendő.

Ha ellenben az alsó korongot forgatjuk, azt vesszük észre, hogy a középső réteg lefelé duzzad meg és lecsüngő czafrangok támadnak, melyek végre forgó tölcseré válnak, élénken emlékeztetve a ciklón képződésekor előforduló viharos felhőkre. Ez esetben tehát leszálló örvény keletkezik, melynek okát lent kell keresni, a mi a legtöbb meteorologus nézetének csakugyan meg is felel.

Az örvények zártak vagy nyitottak lehetnek; amazok állandósult (stationér) mozgásúak, elroncsolhatatlanok és nem oszthatók; holott a nyitott örvény sohasem tarthat sokáig.

A légköri ciklónok zárt örvények; sokáig tartanak és tetemes mechanikai hatásokat okozhatnak. A forgó szelektől fölkavart por-örvények, a minőket szeles időben az utcasarkokon láthatunk, fölülr nyitott örvények s ez okból csak egy pár másodperczig maradhatnak meg. A zárt örvény, a míg csak tart, folyvást ugyanazokból a részecskékből áll s igyekszik a levegőben az ő hengeres alakját megtartani. Ha a zárt örvény tengelye egyenes vonal, akkor nincs törekvése, hogy helyzetét változtassa; ez csak akkor áll be, ha tengelye görbe. Két egyenetlen erősségű, de egyirányú, zárt örvény, ha egymással találkozik, akként hat egymásra, hogy a gyöngébb az erősebbik körül a közös forgás irányában kanyarog. Felső végén az örvény szívólag hat az alatta levőre; ez okból a horizontális felhőréteg üres kúppá alakul át, melynek csúcsa lefelé áll.

Fentebb már szólottunk a különféle módszerekről, melyek arra szolgálnak, hogy

\* »Die Rolle der Hydrodynamik in der Zyclonentheorie.« Journal der russischen Physikalisch-chemischen Gesellschaft.



a folyadékok belső mozgásait láthatóvá tegyék. A mondottak kiegészítésül megemlítjük még J. J. Thomson és H. F. Newall angol fizikusok módszerét, kik is az örvénygyűrűk keletkezését a folyadékokra hullatott színes csöppeken vizsgálták.

Ha egy csöpp tentát 2—3 cm. magasról nyugvó vízszíntre ejtünk, a tinta a folyadékban való esése közben bodor-alakot ölt és tetemes örvénylestől tesz tanuságot. Azonban csakhamar rendetlenségek állanak be; egyik helyen több tinta gyülemlik össze mint a másikon; az ilyen helyeken a tinta gyorsabban száll alá s új bodrokat eresz, melyek azonban a főbodorral finom szálak révén összefüggnek.

Az örvénygyűrűk kifejlődése a folyadékoknak csak bizonyos megszabott surlódási viszonyai mellett jó létre. A lehulló csöpp szétlapul, korong-alakot ölt, szélein körül dudorodik s a közepén megvékonyult hátya kilyukadván, a csöppből bodoralakú gyűrű támad. A lecsöppentésre tentát, tejet egyaránt lehet használni, de mégis legjobb a gyöngye ezüst-nitrát oldat gyöngye konyhasó-oldatra csöpögtetve, mikor is a pölyhös csapadék alakjában kiváló chlór-ezüst a folyadék mozgását igen szépen megmutatja. A két folyadék közti felületi feszültség megakadályozza a bodrok létrejöttét; ellenben az egymással elegyedő folyadékok, egymásba csöpögtetve, bodrokat szülnek.

Eddigél a folyadékoknak ugyancsak folyadékokban való mozgásairól szövegtünk. Szóljunk még egy legújabb kísérletről, a mely a nagy sebességgel előtű szilárd testnek a levegőben való mozgását akarja szemléltetvé tenni.

Mach, a prágai német egyetemen a fizika tanára igen elmés módot gondolt ki a lövedékektől a levegőben keltett hullámok fotografiai fölvételére. A kísérleteket nem ő maga, hanem Salcher, a fumei tengerészeti Akadémia tanára hajtotta végre Fiumében, Riegler államgimnáziumi tanár segédkezésével. A kilőtt golyót röptében elektromos szikrával megvilágították, igen elmés módon lefotografizták, miközben még a levegőhullámok is láthatókká váltak a fölvet képen.\* A kísérleteket háromféle fegyverrel: a Werndl-féle gyalogsági puskával, a Werndl-karabéllyal és a Guedes-féle gyalogsági puskával tették; a lövedékek kezdeti sebessége e három fegyverből 440, 340 illetőleg 520 méter volt másodpercenként. A levegő megsűrűdése optikailag csak akkor vehető észre, vagyis a golyó előtt hajtott levegő határvonala e módon csak

akkor állapítható meg, ha a golyó sebessége nagyobb a hang sebességénél, vagyis 330 méter-sec-nál. A lövedék előreszén megsűrűdött levegő határvonala a képen mint a hiperbolának középen ketté metszett két ága jelenik meg, a mely a lövedéket körülöleli, tengelye egybe esvén a golyó mozgása irányával. Efféle határszalagok szimmetrikusan szétágazva a golyó mögött is mutatkoznak, csak hogy ezek egyenes vonalúak. Ha a lövés sebessége igen nagy, a golyó mögött sajátos felhőcskék jelennek meg, a melyek mint valami felfűzött gyöngyszemek követik a golyót az ő röptében. Minden arra mutat, hogy itt is örvénybodrokkal van dolgunk, melyek a levegőnek a golyó mögötti térbe való beáramlásakor támadnak.

HELLER ÁGOST.

## 16.

**Az Abbe-féle világító készülékről és az „apochromatikus” lencséről.** A mikroszkópi vizsgálatok egy évtized óta — mondhatni, — olyan csodás dolgokat tártak fel, a minők bámulatunkat méltán felkelthetik. Az állat és a növény elemi szerveinek — a sejteknek — szerkezetét, valamint az állat és növény testének összetételét s mikrobiológiai működéseit tekintve, a szövettani búvárlat annyira haladt, hogy bátran állíthatjuk, hogy ez az évtized többet hozott napfényre, mint egész századunk.

A haladást a tökéletesített búvárlati módszerek és mikrochemiai műveleteken kívül főleg a mikroszkóp rohamos tökéletesedésének tulajdoníthatjuk.

Egy évtizeddel ezelőtt Exner-rel elmondhattuk, hogy a mely mikroszkóp 600-szoros nagyításra az ember szájvándékában található nyálkasejtek szemecskéinek ú. n. Brown-féle molekuláris mozgásait jól mutatja: az jó eszköz; s Helmholtz-csal csaknem azt vallottuk, hogy a helyes látásnak a határa 600-szoros nagyításon túl alig terjed: most pedig tökéletesített mikroszkópi lencsénkkel, ha igen subtilis részleteket vizsgálunk, vagy ha a betegségeket okozó mikroorganizmusokat tesszük tanulmányaink tárgyává, 1500—2000-szeres nagyításig megyünk; sőt egyes esetekben még ezeknél is erősebb nagyítást használunk.

Ilyen nagyításokat régebbi mikroszkópjainkkal semmiképen sem érthetünk volna el. Igaz, hogy már két évtizeddel ezelőtt is remek lencsákat készítettek, melyeket szárazon, valamint vízbe mártva (vizes immerzio-rendszerek) használtak s nagyszerű eredményeket értek el velők. A nagyhírű Hartnack, Seibert, az angolok és mások készítették s készítenek most is ilyen kitűnő vizes immerziókat; de ha azok-

\* Wiedemann, Annalen d. Physik. — köt. — 1. — Előleges jelentés. Term. tud. közl. XIX. 1881.

nak a nagyítása a 2000-et elérte vagy azon túl ment, a mikroszkópi látóterő oly sötét, s a lencsének ú. n. feloldozó képessége és áthatósága\* oly csekély volt, hogy a vizsgált képleteken finomabb szerkezetek nem, vagy csak erős világításban, mely a szemet hosszabb vizsgálatra képtelenné tette, voltak észlelhetők.

Azért az angol mikroszkópszerkesztők az úgynevezett fénysűrítőket (condensor) már régen alkalmazták, sőt a közönséges vizsgálatokat az angolok még most is azzal végézik, mert ködös országukban többnyire lámpafénynél dolgoznak, minél fogva a condensorra természetszerűleg rá vannak most is szorúlva. Ez az oka, hogy az angolok már régóta különféle szerkezetű és berendezésű világító készülékeket használtak: de Hartnack, Seibert már szintén régóta alkalmazza s újabban Reichert s mások is készítettek ilyeneket a célból, hogy erősebb nagyításoknál, vagy a polározó mikroszkópokban, melyekben a prizma hatása miatt a látóterő fényben úgy is szegény, azt az összegyűjtött fénysugarakkal mennél inkább megvilágítsák.

Habár A b b e-nek az »Archivf. mikroskopische Anatomie«\*\* című folyóiratban megírt ama nyilatkozatát, hogy az ő előtte szerkesztett ú. n. condensorok (fénysűrítők) nem érnek semmit, hanem rájók a »lucus a non lucendo« kitétel illik, feltétlenül annál kevésbé írjuk alá, mert a tőle szerkesztett fénysűrítőnek is lényegére nézve a W e n h a m-féle szolgált alapul: mégis nagy érdemei vannak A b b e-nek abban, hogy az erős nagyításokra megbecsülhetetlen oly világító készüléket (condensor, illuminator) szerkesztett, a mely hatásában az összes eddig használtakat sokszorosán felülmúlja.

A b b e világító készülékét utasításai szerint dr. Zeiss újabban nagy hírre vergődött jenai optikai intézete készíti; Dr. Zeiss olajimmerzióit (olajba mártott tárgylencserendszerei) s későbbben még említendő apochromat lencséit is oly remekül készíti, hogy bár több nevezetes optikus őt utánozva, igen szép eredményeket ér el, eddig tudtommal Zeiss még egy sem érte utól noha Reichert legújabb olajimmerzióival nagyon megközelíti.

Ennek oka a többi között abban is

\* A lencse feloldozó képességén a lencsének azt a tulajdonságát értjük, hogy a vizsgált tárgynak nemcsak méreteit nagyítja, hanem az apró, finom részleteket is jól feltünteti rajta; áthatóságon (penetratio) pedig azt értjük, melynél fogva a lencse az átlátszó tárgynak nemcsak a felületét, de mélyebben fekvő apró részleteit is jól feltünteti.

\*\* IX. kötet. 1873. 469—480. lap.

rejlik, hogy Zeiss úgy lencséihez, mint condensoraihoz is oly üveget használ, melyet a vele szövetekezett Dr. Schott üvegtechnikai laboratoriuma szolgáltat. Sok évi fáradságos kutatás után rájöttek: miként kelljen az üveget összezsugorítani, hogy a belőle készített optikai fénytörő készülékeknek nagy törő képességek mellett (törési mutató) az ú. n. színes (chromatikus aberratio) és gömbfelületlétől függő eltérések (sphaerikus aberratio) ne legyen s így a tárgyak természetes színüket a különféle nagyításoknál ne változtassák.\*

Ezenkívül a Zeiss-féle lencséknek a szemre nézve igen kellemes, gyengén sárgálló látóterők is van, a mi szintén s főleg az üveg összetételétől függ; e mellett Zeiss ú. n. apochromatikus\*\* lencséi akként vannak készítve, hogy mind a gömbfelületlétől, mind pedig a színes eltéréstől, valamint az optikai és chemiai sugarak focus különbségétől is mentesek s így fotografozásra is alkalmasak.

Zeiss legújabb ú. n. kompenzációs szemlencse-rendszereket is készít, melyek a tárgylencse-rendszerekkel együttesen a lencsék említett hibáit még jobban javítják; a szemlencse-rendszerek gyűjtő lencséből s erősen nagyító apochromatikus lencserendszerből állanak. Ezekkel az erős okulárokkal nagy nagyításokat létesíthetünk, a nélkül, hogy a látás tere, mint a régi mikroszkópokban, sötét lenne. Így pl. míg a 20 mm.-nyi gyűjtőtávolságú tárgylencse rendszere az I egyes okulárral (kereső okulár) csak 125, a 18-as okulárral már 2250-szeres, a 27-es okulárral pedig 3375-szörös nagyítást ad, a nélkül, hogy a látás világosságban sokat szenvedne. A kompenzációs okulároknak ezen a jó oldalukon kívül még egy igen jó tulajdonságuk van, az, hogy minden egyes okulárnak alsó gyűjtőpontja ugyanazon szintbe esik s így az okulárok változtatásával a mikroszkópot nem kell mindig újra beigazítani.

A világító készülék szerkesztésére A b b e-t a következő okoskodás vezette:

A fénytompítás a régi condensorokon

\* V. ö. Term. tud. Közlöny 228. füzet (1888. aug.) 318 lap.

\*\* Apo hiányozást, valaminek a hiányát, chromatikus pedig színezett, színtest jelent; ezek szerint tehát apochromatikus lencse színtelen lencsét, vagyis olyant jelent, mely a vizsgált tárgynak színt nem kölcsönöz.

Azelőtt az ilyeneket achromatikus lencséknek hívták, de ez elnevezés csakugyan »lucus a non lucendo« volt, mert azok a lencsék tökéletesen achromatikusak nem voltak.



nem jó, mert azt a tükörnek rézsut állításával lehet előidézni; e miatt a készítmények ráeső fénnel nem, vagy az ismert Lieberkühn-féle tükörrel csak hiányosan világíthatók meg; másrésről a világítás szabályozása a mennyiséget illetőleg csak kétféleképpen lehetséges: a tükörnek vagy közelítésével vagy távolításával, a mitől a fénytadó felület a tárgyra nézve nagyobb vagy kisebb szögátmérőjű lesz s a tárgyra több vagy kevesebb fényt vet; másodszor a világosság különös rekesznek (diaphragma) a

készítmény alatt való alkalmazásával is szabályozható akként, hogy a tükör hatását tetszés szerint tompíthassuk. Az első módszer csak kis határok közt alkalmazható; a második pedig nagy alkalmazatlanság nélkül csakis centralis világításra való.

Ezeket tekintetbe véve, belátható, hogy sokkal egyszerűbb, de biztos szabályozás és a fényhatásnak nagyobb tompíthatása lehetséges akkor, ha a vizsgált tárgyra oly fényt vethetünk, a mely azt minden oldalról megvilágítja, azaz: ha a szűkhatárú fénytadó felület helyett, — mint a milyen a tükör, — olyat alkalmazunk, a mely a tárgyat alulról, — vagy, a felülről való világítást is tekintve, főülről is körülveszi s e mellett a vizsgálat zavaró fénytompítással kizárható.

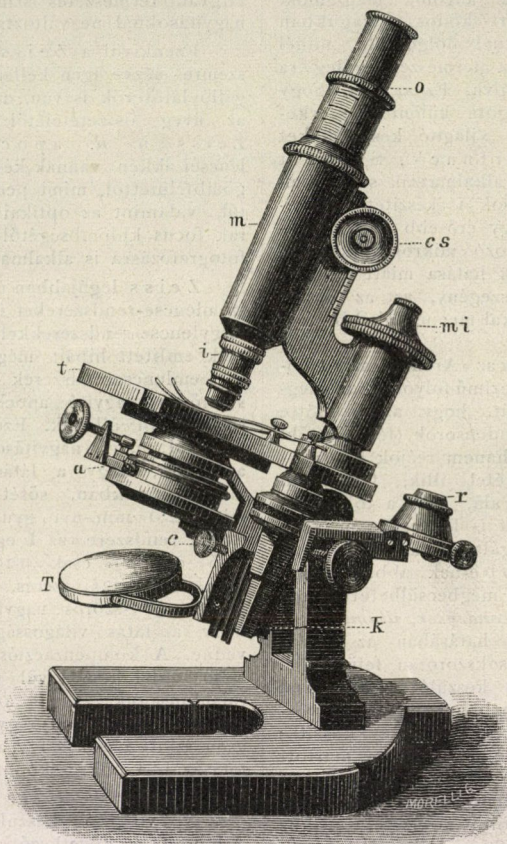
Mindezen kívánalmaknak, még pedig minden tekintetben kitűnően megfelel az Abbe szerkesztette világító készülék, melyet Zeiss 1872 óta készít (ára 55 márka). A készülék most már sokkal tökéletesebb, mint az első volt s Zeiss után több más optikus, nevezetesen Boeckker, Seibert-Kraft és Reichert is jó minőségben gyártja.

A világító készüléket mikroszkópban alkalmazva, az 1-ső rajz ábrázolja; a

készüléket a mikroszkópból kivéve, a 2-ik ábra érzékíti. Megkülönböztetjük rajta: a világító rendszert (2-ik ábra I, II, III: a); a rekeszt (d) és a tükröt (T). A közönséges használatra való világító rendszer (I: a), tulajdonképen kétlencsésű nagy objektív-rendszer egy vastagabb s félgömbnél nagyobb síkdomború felső lencsével, melynek felső síkfelülete, a világító készülék a mikroszkóp tárgyasztalába betolatván, a tárgyasztal felületével csaknem egy szintbe esik.

A lencse gyújtótávolsága mintegy 15 mm., de a felső gyújtótávolság csakis egy pár milliméternyire esik a felső lencse felületétől, úgy hogy a vizsgált készítmény csaknem bele esik. A numerikus apertura\* a felső gyújtótávolság nézve mintegy 1.15 (Abbe apertometrével kapott érték) vagy mintegy  $120^\circ$  nyílási szög vízben; azért a vizes folyadékokban vagy kanadai balsamban vizsgált tárgyat, ha a világító lencse és tárgyuveg közti tér vízzel van megtöltve, — a mi egyes esetekben czélyszerű is, — oly fénysugarak érik, melyek az optikai tengelyhez közel  $60^\circ$ , illetőleg  $49^\circ$ -ra hajlanak s a tárgyra levegőn át így soha sem eshettek volna.

Abbe-nek egy másik, 1.10 nyílású tárgylencse-rendszeréhez (homogénimmerziók = olajimmerziók), de erősebb objektív systemákhoz is használható világító ké-



1. ábra. Zeiss-féle mikroszkóp (1. számú állvány) az Abbe-féle világító készülékkel (a) felszerelve.

\* Abbe szerint az  $\sigma$  apertometrével meghatározható numerikus aperturán a fénytörő rendszer törési indexének és fénynyílási szöge sinusának szorzománnyát értjük; a nyílási szöget oly egyenszárú háromszög két egyenlő oldala zárja be, melynek csúcsát a test síkjának tengelypontja, alapját pedig a fénytörő rendszer iris-én (a lencsének a foglalattól ment része) át vezetett kép átmérője képezi.



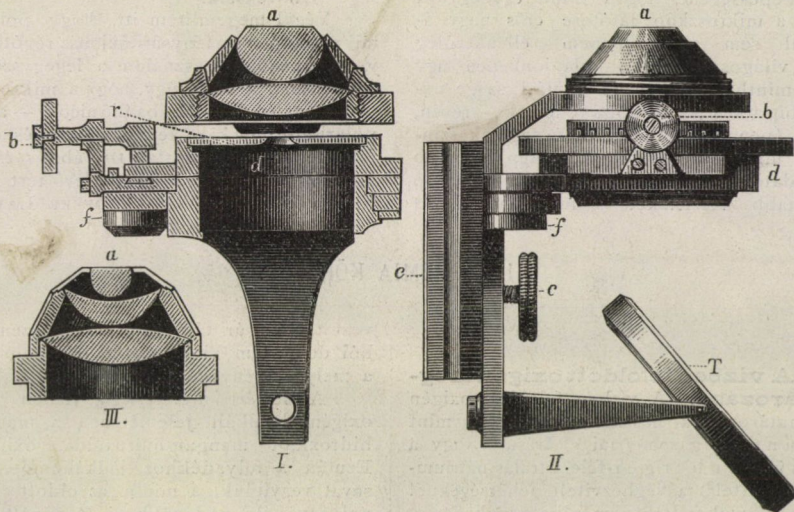
szüléke (2-ik ábra, III: *a*) három lencséből áll. Ennek mintegy 10 mm.-nyi gyújtótávollal 1.4 nyílása van, minél fogva még olyan sugarakat is vet a tárgyra, a melyek az üvegben és a homogen immerzióhoz való berendezésekben magukban a tárgyakban az optikai tengelyt  $72^\circ$ -szög alatt metszik.

Az eszközön levő kettős tükör (2-ik ábra, II: *T*) minden irányban mozgatható. A tükrök közül a világító készülékkel rendszeren a síkfelületét használjuk; a homorú felületű csak igen gyenge nagyítású tárgylencsékkel való vizsgálatokra használható, mert ilyenkor a sík tükör nem világítja meg egyenletesen a látás egész terét. A tükröt, ha már egyszer tökéletes

világításra be van rendezve, nem kell az egyes rekeszek (I. későbbben) változtatásakor újra beigazítanunk.

A rekesz (diaphragma) vagyis a fény-szabályozó, az eszközön a világító rendszer és a tükör közt van. A rekesz a világító rendszer alsó gyújtó pontjához oly közel esik, hogy a különféle fény-szabályozó rekeszek révén a fényfelületből kizárt részek a tárgyra nézve úgy hatnak, mint igen messzefekvő, de megfelelőleg kiterült fénylő felületek.

A rekeszek (2-ik ábra I: *r*) 1—12 mm. központi nyílással ellátott kerek korongok. Hogy ezeket a céljuk megfelelőleg könnyen változtathassuk, az egész rekesztartó készülék (*d*) úgy van szerkesztve, hogy azt



2. ábra: I, II, III A b b e-féle világító készülékek a természetes nagyságnál valamivel kisebbre rajzolva, *a* = világító rendszer; *b* = állványa és foglalatja; *c* = a mikroszkóp állványába betolható *e* szánkához erősíthető csavarja; *f* = oly sarok, mely körül az egész világító készülék oldalra téríthető; *T* = világító tükör.

*f*-sarok körül forgathatjuk; másrésztől, hogy a fénytompítás tökéletesebb legyen, a rekeszek az őket tartó részszel együtt (2-ik ábra, I, II: *d*) oldalsó csavarral (2-ik ábra, I: *b*) a tárgyasztal alatt ide s tova eltolhatók.

Az 1-ső ábrán a Zeiss-féle mikroszkópon a világító készüléken kívül (*a*) oldalt egy másik kúpalakú szerkezet (*r*) is látható, mely az oldalra térített világító készülék helyébe tolható. A szerkezet közönséges rekeszként szolgál, ha a világító készülékre nincs szükségünk.

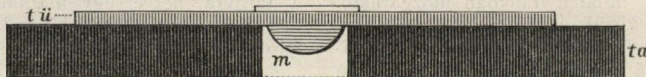
A világító készülék felső lencséjének felülete épen bele esik, mint említettük, a mikroszkóp tárgyasztalának (1-ső ábra *t*) nyílásába; a koncentrált fény a tárgyasztalra tett tárgyra esik s azt erősen megvilágítja. Innen van, hogy még a felhőktől

visszavert gyenge fény is elegendő arra, hogy a készülékkel a legfinomabb részleteket is megláthassuk, vagy a legparányibb szerkezeteket, továbbá a betegséget nemző mikrooccusokat vagy bacillusokat is felismerhessük. Önként érthető, hogy a mikroszkóp csövére (1-ső ábra *m*) a megkívántató olajimmerziót (1-ső ábra *z*), legcélszerűbben az  $\frac{1}{18}$ " Zeiss- vagy  $\frac{1}{20}$ " gyújtótávollú Reichert-féléket alkalmazzuk.\*

\* Legújabbban Zeiss apochromatikus lencséinek gyújtótávollát milliméterekben jelöli s azonkívül minden okulárra a mikroszkóp-csőnek az a hossza is fel van jegezve, a mellyel legcélszerűbb az okulárt használni, valamint az okulárnak a nagyítása is rá van karczolva.



Az A b b e-féle készülék hiányában czélsruen használható a R e i c h e r t-től készített s igen olcsó síkdomború lencse (3-ik ábra *m*) is, melyet czédru-salajjal a vizsgálandó tárgy alá a tárgyüvegre (*tü*) ragasztunk s a tárgyüveget a mikroszkóp tárgyasztalára úgy helyezzük el, hogy a kis fénysűrítő lencse a mikroszkóp tárgyasztalának (*ta*) nyílásába essék.



3. ábra. A tárgyüveg a tárgyasztalon.

tett sugarakat a levegőénél nagyobb fénysűrítő képességénél fogva mind egybegyűjti s így a mikroszkóp látótere erős nagyításoknál sem sötét, hanem ellenkezőleg igen világos. Az olaj tulajdonképpen úgy hat, mintha a lencsének nyílási szöge nagyobbíthatnék; továbbá annak révén, hogy épen a rézsutosan ható sugarak szintén a mikroszkópba jutnak, a kép finomabb árnyalatokban gazdagodik, a mikroszkóp finomabb részleteket is feltüntet, szóval

Az A b b e-féle világító készülékhez megkívánt olaj-immersziók azon az elven alapulnak, mint a vizes immersio-rendszerek; t. i. hogy a tárgytól nem minden fénysugár juthat el a fedőüveg és különösen a fedőüveg és a tárgylencse közt levő levegő eltérítő hatása miatt a mikroszkópba; de a víz, még inkább az üvegehez hasonló törőképességű czédru-salaj a különben szétterí-

ú. n. determináló, valamint nagyító képessége is növekszik.

Végül megemlítem itt, hogy polárizáló mikroszkópomon fénysűrítőül már régóta igen jó eredménnyel használok a legegyszerűbb condensort, a vizet úgy, hogy a mikroszkóp tárgyasztalának nyílásába illő nicolt, — az ú. n. polarisatort — kissé lejjebb húzom és ennek felülete és a tárgyasztal (1-ső ábra *t* és 3-ik ábra *ta*) felső nyílása között levő tért vízzel töltöm ki.

THANHOFFER LAJOS.

## II. A CHEMIA KÖRÉBŐL.

### 8.

**A vízben feloldott oxigén meghatározása.\*** A vízben feloldott oxigén meghatározására használt módszerek, mint a Bunsen gazometriai eljárása,<sup>1)</sup> vagy a Schützenberger-féle titrálás nátriumhidrosulfittel<sup>2)</sup> a véghezviteli nehézségeknél fogva a gyakorlatra nem alkalmasak.

A Mohr ajánlotta eljárás ferrosulfáttal<sup>3)</sup> egyszerű ugyan, de mint több buvár összehasonlító vizsgálataiból kiderül,<sup>4)</sup> nem eléggé szabatos.

Tekintettel e viszonyokra, T h a n tanár figyelmeztetett arra, hogy becses volna oly módszer megállapítása, a mellyel a vízben feloldott oxigén mennyisége gyorsan és szabatosan meghatározható lenne. A ne-

vezett tanár úr támogatásával e szempontból dolgoztam ki az alább leírt módszert, a melynek lényege a következő:

A lemért mennyiségű vízben oldott oxigénnel alkáli jelenlétében a mangano-hidroxidot manganihidroxiddá oxidáljuk. Ezután a folyadékhoz jódkáliumot és sósavat vegyítünk, a midőn az oldott oxigénnel egyértékű jód válik ki. A kivált jódot nátriumthiosulfátoldattal megtitraljuk, a miből az oxigén mennyisége pontosan kiszámítható.

A kivitelre körülbelül kétszer szabályos manganochlorid-oldatot használunk (100 kc.-ben 40 gramm  $MCl_2 \cdot 4H_2O$ ). Ügyelni kell, hogy a manganochlorid vassal fertőzve ne legyen és jódkálium megsavanyított oldatából jódot legfőlebb nyomokban választson ki.

Továbbá tömény nátriumhidroxid-oldatot kell előállítani. Az árúbeli nátriumhidroxid nitrit-tartalmánál fogva a meghatározásokra nem alkalmas. A szokásos módon kristályos natriumcarbonátból, calciumhidroxiddal, legczélszerűbben ezüst

<sup>1)</sup> Előterjesztetett a m. t. akadémia 1888. április 16-ki szakülésén. (Math. és term. értesítő. VI. köt. 273. l.)

<sup>2)</sup> Bunsen, Gazometr. Method. II. kiad. 18. l. A vízben feloldott gáz kifőzésére Reichardt, továbbá Jacobsen és Behrens szerkesztettek készülékeket. Zeitschrift f. analyt. Chem. XI. 271. l. és Journ. f. pract. Chem. (N. F.) XIX. 409. l.

<sup>3)</sup> Compt. Rend. 75. 879. l. Bull. Soc. chim. Par. XIX. 152. és XX. 145. l.

<sup>4)</sup> Mohr-Classen, Titrirmethode VI. kiad. 255. l.

\* König és Mutschler, Ber. d. d. chem. Ges. X. 2017.

\* Tiemann és Preusse, Ber. d. d. chem. Ges. XII. 1768.

\* König és Krauch Zeitschr. f. analyt. Chem. XIX. 259—282. l.

csészében, lúgot főzünk. Gondoskodni kell arról, hogy különösen a világító gáz égéstermékei a lúggal ne érintkezzenek, mert az különben nitrit-tartalmúvá válik. A lúgot ezüstcsészében annyira koncentráljuk, hogy körülbelül nyolczszor normál legyen. Az így előállított nátriumhidroxidoldat egy részében káliumjodidot oldunk fel; 100 kc.-ben vagy 10 grammot. A megmaradt nátriumhidroxidoldatra szintén szükségünk van, minélfogva azt eltelesszük. A káliumjodidos nátriumhidroxid-oldat egy próbája fölhigitva és sósavval túltelítve, keményítő-oldattal azonnal ne kékiüljön meg. Carbonát is mennél kevesebb legyen a lúgban.

A meghatározásokat erősfalú, körülbelül 250 kc.-es, jól beköszörült üveg dugós palaczkokban végezzük, melyeknek térfogatát pontosan ismerjük. A palaczkot színig megtöltjük a megvizsgálandó vízzel. A víz egyszerű beleöntése a palaczkba csak akkor engedhető meg, ha a víz telítve van levegővel, máskülönben a megvizsgálandó vizet a palaczkon addig vezetjük keresztül, míg feltehető, hogy az benne egészen megújult. A palaczkba a kémszert azonnal beöntjük. A kémszer beöntésére hosszú, vékony szárral ellátott, körülbelül 1 kc.-es pipettákat használunk, melyeket annyira sülyesztünk a vízbe, hogy végük a palaczk fenekéhez közel legyen. Előbb egy pipettával a káliumjodidos nátriumhidroxid-oldatból, utána egy pipettával a mangánosó oldatból öntünk be. Ekkor csapadék keletkezik. A palaczkot bedugaszoljuk, ügyelve arra, hogy levegőbuborék ne maradjon benne és a palaczkot néhányszor felfordítva, tartalmát összekegyitjük. Sűrű pelyhes csapadék úszik a folyadékban, mely gyorsan leülepedik. Ha a csapadék legalább annyira leülepedett, hogy a folyadék a palaczk felső részében megtisztult — ha van idő, jobb tovább várni, míg a csapadék egészen leülepedett — a palaczikot kinyitjuk és hosszúszerű pipettával, tiszta füstölő sósavból körülbelül 3 kc.-t eresztünk a palaczk fenekére. A palaczkot ismét bedugaszoljuk és tartalmát összekegyitjük; a csapadék gyorsan feloldódik és jódolt sárga folyadék áll elő, a melyben a jódot a szokásos módon nátriumthiosulfát-oldattal megmérjük.

A gyakorlatban az  $\frac{1}{100}$  szabályos thiosulfát-oldat a legczélszerűbb; ebből minden kc. 0.055825 kc. oxigénnek felel meg (0° és 760 mm. nyomásnál).

1000 kc. vízben feloldott oxigén mennyiségét kc.-ekben ( $A$ ) megkapjuk, ha a képletbe a megfelelő értékeket helyettesítvén, a számtani műveleteket elvégezzük:

$$A = \frac{0.055825 \cdot n \cdot 1000}{v}$$

$n$  az elfogyasztott kc.-ek számát a század-

oldatból,  $v$  a palaczk térfogatát jelenti kc.-ekben.

Mivel a mangancarbonát az oxigénnel szemben közömbösen viselkedik, az olyan vízbe, a mely nagyobb mennyiségű szén-savat tartalmaz, több kémszert kell önteni. Egy palaczk kútvízre rendszeren elég 2—2 pipetta kémszer; az oxigénben igen dús víz palaczkjára is 2—2 pipetta kémszert veszünk.\* Minél nagyobb a manganhidroxid fölöslege, annál könnyebben ülepedik le a csapadék.

A módszer szabotosságának megítélésére álljanak itt a következő meghatározások:

Kifőzött, desztillált vizet szénsav és ammoniától megfosztott levegővel telítettem. A palaczkokat 10 percznyi időközökben a levegővel telített vízzel alkalmas módon töltöttem meg. Úgy a levegővel telítendő víz, mint a palaczkok külön e célra szerkesztett, nagy (körülbelül 100 literes) vízfürdőben voltak elhelyezve, hogy a hőmérséklet lehetőleg állandó legyen.

A különböző barométerállás mellett végzett meghatározások az alább következő két sorozatban vannak összeállítva. Hogy az eredményeket összehasonlíthassuk, azokat még ugyanazon normális barométerállásra (760 mm.) vonatkoztatjuk. Ezt a Henry-Dalton-féle törvény alapján a következő képlettel számítjuk ki:

$$C = A \frac{760-f}{B-f}$$

A képletben  $A$  jelenti az 1000 kc. folyadékban feloldott gázmennyiséget,  $f$  a hőmérséknek megfelelő gőzteniót,  $B$  a barométer-állást 0°-ra redukálva. Az így kapott számok azt jelentik, hogy 1000 kc. folyadék 760 mm. barométer-állás mellett hány kc. gázt ( $C$ ) old fel.

Ki kell emelnem, hogy a Bunsen könyvében amaz oldhatósági tényezők kiszámítására, a melyek meghatározása olyképpen történt mint e mérések (tehát nem absorptiométerrel), más képlet van közzölve.\*\* A mi esetünkre alkalmazva, az a következő alakú lenne:

$$C = A \frac{760}{B}$$

Szerény véleményem szerint ez a képlet helytelen; a segítségével kiszámított ér-

\* Azt nem vesszük tekintetbe, hogy a kémszerekben a feloldott oxigén csak esetleg annyira, mint a megvizsgálandó vízben; de az eltérés a legtöbb esetben csak csekély lehet és meggondolva azt, hogy a kémszer a folyadéknak körülbelül  $\frac{1}{10}$ -át teszi ki, könnyű belátni, hogy ezzel lényeges hibát nem követünk el.

\*\* Bunsen Gas. Meth. II. kiad. 230. l.

tékek, ha ugyanazon hőmérséken, de különböző barométer-állásnál végezzük a méréseket, nem lesznek ugyanazok.

A folyadéktól feloldott gáz mennyisége ugyanazon hőfokon a gáz részleges nyomásától függ, ezzel arányos. Így a számításokban a hőfoknak megfelelő gőzteniőt az észlelt barométer-állásból le kell vonni, s a mi marad, az lesz a gáz részleges nyomása, és mivel azt keressük, mennyi oldódik fel akkor, ha a gáz és gőz együtt-

véve annyit tesz ki, mint a 760 mm.-es higanyoszlop nyomása, azért a 760 mm.-ből is ugyanazt a gőzteniőt kell levonni.

Igaz, hogy az eltérések az esetben, ha a méréseket alacsony hőfokon és a szabályos barométerállás közelében végezzük, a számításokban akár az egyik, akár a másik képletet használva, nem nagyok, mégis elvi szempontból helyesebb a jobb képletet használni.

Az eredmények a következő táblázatokban vannak összeállítva:

Barométer állás 0°-ra redukálva = 746.1 mm.  
Hőmérséklet ..... = 16.83° C.  
1 kc. thiosulfát-oldat ..... = 0.070956 kc. oxigén.

| Víz kc.-ben | Fogyasztott thiosulfát-oldat | Megfelel oxigénnek kc.-ben | 100 kc. vízben oxigén | 100 kc. vízben oxigén 760 mm. barométer-állásnál |
|-------------|------------------------------|----------------------------|-----------------------|--|
| 238.4       | 22.61 kc.                    | 1.6043                     | 6.7295 kc.            | 6.857 kc.  |
| 233.1       | 22.07 »                      | 1.5660                     | 6.7181 »              | 6.846 »  |
| 233.3       | 22.07 »                      | 1.5660                     | 6.7123 »              | 6.840 »  |
| 240.8       | 22.81 »                      | 1.6185                     | 6.7213 »              | 6.849 »  |
| 220.2       | 20.83 »                      | 1.4780                     | 6.7121 »              | 6.840 »  |
| 252.9       | 23.89 »                      | 1.6951                     | 6.7021 »              | 6.829 »  |

kc. =  $6.844 \pm 0.014$  (= 0.20%) kc. oxigén 1000 kc.-ben.

Barométer-állás 0°-ra redukálva = 739.0 mm.  
Hőmérséklet ..... = 16.90° C.  
1 kc. thiosulfát-oldat ..... = 0.070956 kc. oxigén.

|       |           |        |            |           |
|-------|-----------|--------|------------|-----------|
| 238.4 | 22.37 kc. | 1.5873 | 6.6581 kc. | 6.851 kc. |
| 233.1 | 21.82 »   | 1.5483 | 6.6420 »   | 6.834 »   |
| 233.3 | 21.77 »   | 1.5447 | 6.6211 »   | 6.813 »   |
| 240.8 | 22.62 »   | 1.6050 | 6.6654 »   | 6.858 »   |
| 220.2 | 20.64 »   | 1.4645 | 6.6509 »   | 6.844 »   |
| 252.9 | 23.60 »   | 1.6746 | 6.6214 »   | 6.813 »   |

kc. =  $6.836 \pm 0.022$  (= 0.33%) kc. oxigén 1000 kc.-ben.

A két meghatározási sorozat középértéke szerint 16.87 C.-on és 760 mm. barométer-állás mellett 1000 kc. desztillált víz levegővel telítve, 6.840 kc. oxigént tartalmaz feloldva.

Ha az oxigén oldhatósági tényezőjét ez adatból számítjuk, a levegőben foglalt oxigén (20.96%) részleges nyomásának megfelelően, azt 16.87°-on 0.03263-nak találjuk. Bunsen szerint 17°-on az oxigén oldhatósági tényezője 0.02914, a mi 12% eltérésnek felel meg.

Bunsen az oldhatósági tényezőt a következőképpen határozza meg (Gas. Meth. 192. 1.): »Wir nennen die auf 0° und 0.76 m. Quecksilberdruck reducirten Gasvolumina, welche von der Volumeinheit

einer Flüssigkeit unter dem Quecksilberdruck 0.76 m. absorbirt werden, Absorptionscoefficienten.« Ez a meghatározás homályos; nem tudjuk, mit értsünk az »unter dem Quecksilberdruck 0.76 m. absorbirt werden« kifejezés alatt. Magának a száraz gáznak legyen a nyomása 0.76 m., vagy a gőztensióval együtt? Az absorptióméterrel meghatározott tényezők — mint az a példánál közölt számításból (G. M. 205. l.) kitűnik — azt fejezik ki, mennyi oldódik fel a gázból, ha annak nyomása (a gőztensió kivül) 760 mm., a nem absorptióméterrel meghatározott értékek pedig (G. M. 230. l.), a képlet hibásságától eltekintve, azt akarják jelenteni, mennyi oldódna fel, ha a barométerállása szabályos.



A meghatározás első értelemben, lehet hogy *célszerűbb*, de az utóbbiban véleményem szerint *természetesebb*.

A fentebbi érték  $0.03263$  is a normális barométer-állásnál feloldott mennyiséget jelenti és így Bunsen értékével, mely a nitrogén oldhatósági tényezőjét alapul véve van számítva, tulajdonképpen össze sem hasonlítható. Természetesen még jelentékenyebb a különbség, ha kiszámítjuk, hogy mennyi oldódik fel, ha a száraz gáz nyomása  $760$  mm.; ez esetben a tényező  $0.03326$  és Bunsen értékétől  $14.8\%$ -kal tér el.

Hogy Bunsen meghatározásai nem kifogástalanok, azt már Köni g és Krauch valószínűnek mondják; ide vonatkozó dol-

gozatukban \* a következőket olvassuk: »Wir glauben daher aus diesen Versuchen annehmen zu müssen, dass die von Bunsen berechneten Absorptions-Coefficienten der Luft für destillirtes Wasser nicht unter allen Umständen massgebend sind.«

Arról, hogy a jodometria módszerével meghatározott értékek megfelelnek a valóságnak és a Bunsen éi hibásak, a meghatározottabban meggyőződtem. Mint bizonyítékot e helyen csak a következőket hozom fel:

Titrálassal meghatároztam, hogy  $24^0$  körül mennyi oxigén foglaltatik a levegővel telített vízben.

Az eredmények a következők:

Barométer  $0^0$ -ra redukálva =  $742.9$  mm.

1 kc. thiosulfát-oldat. .... =  $0.10314$  kc. oxigén.

| t            | Víz kc.ben | Fogyasztott thiosulfát-oldat | Megfelel oxigénnek kc.-ben | 1000 kc. vízben oxigén | 1000 kc. vízben oxigén $760$ mm. barométer-állásnál |
|--------------|------------|------------------------------|----------------------------|------------------------|---|
| $23.45^0$ c. | 233.1      | 13.32 kc.                    | 1.3738                     | 5.8937 kc.             | 6.033 kc.   |
| $23.55$ »    | 233.3      | 13.22 »                      | 1.3635                     | 5.8444 »               | 5.983 »   |
| $23.60$ »    | 240.8      | 13.68 »                      | 1.4110                     | 5.8594 »               | 5.998 »   |
| $23.80$ »    | 220.2      | 12.46 »                      | 1.2851                     | 5.8361 »               | 5.975 »   |
| $24.00$ »    | 252.9      | 14.28 »                      | 1.4728                     | 5.8238 »               | 5.962 »   |

kc. =  $23.64^0$  C-on  $5.990$  kc. oxigén  $1000$  kc. vízben.

Másrészt kifőzés útján meghatároztam a víz levegőtartalmát ugyanezen hőfok közelében.

A vízben feloldott gázok kifőzésére eddig használt készülékeket nem találtam elég biztosaknak. E végett külön készüléket szerkesztettem, melynek segítségével hiszem, hogy csak a vízben oldott levegőt és pedig igen közelítőleg annak összes mennyiségét kaptam meg.

Egy méter hosszú üvegcső végére, három egymás felett álló üvegdedény van felforrasztva. Az edények mindegyike mintegy  $50$  kc. térfogatú és egymással kapillárisan megszűkített csövekkel vannak összekötve (lásd I. ábra). Az egész edényrendszeret légüressé kell tenni, mit úgy értem el, hogy aszfaltos kaucsukcsővel tölcserű edényt (B) kötöttem össze a hosszú cső végével és az egész szerkezetet higanyval töltöttem meg; végre a-nál épen a higany színe fölött a kapilláris csövet beforrasztottam (I. helyzet). A szerkezet barométerhez hasonló. Ha tehát B edényt eléggé lebocsájtjuk (II. helyzet), az edényekben légüres tér keletkezik.

Mivel a higanyban gáz van feloldva, továbbá az edény falaihoz is tapad levegő. A B edényt több ízben föl-le kell emelni, és végül ismét I. helyzetbe hozva, az a-nál

összegyűlt alig néhány század kc. gázt, a kapilláris cső végét felnyitván, kibocsátani, a csövet pedig ezután véglegesen beforrasztani. Ez megtörténvén B edényt annyira bocsájtjuk le, hogy a higany körülbelül c-nél álljon és ekkor a csövet b-nél szintén leforrasztjuk.

A levegővel telített vizet, még a víz-fürdőben körülbelül  $1000$  kc. térfogatú, szűknyakú lombikba öntöttem át. A lombikra tölcserű üvegdedényt erősítettem és vastagfalú kaucsukcsővel a légüres készülékkel kötöttem össze. A kaucsukcsőbe c üvegcső-darabkát alkalmaztam, oly módon, mint ez a rajzból látható (I. 2. és 3. ábra). A tölcserű edényt vízzel töltöttem meg, és a rövid üvegcsövet (c) csipővel megfogván, a csőrendszer oldalát hajlítva, letörtem a kapilláris cső végét, minek következtében a légüres cső és a lombik között az összeköttetés létrejött. A vizet három órán át erősen forraltam és ezután a forralást úgy szabályoztam — a kaucsukcsövet csipővel d-nél összenyomván — hogy a víz körülbelül a-ig álljon és ekkor az első csövet leforrasztottam.

A vizet újból három órán át forral-

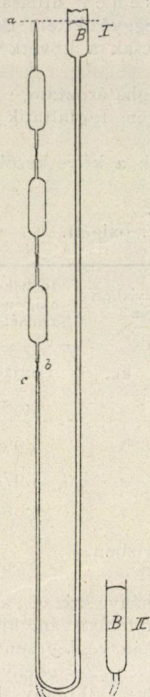
\* Zeitschr. f. analyt. Chem. XIX. 267. l.



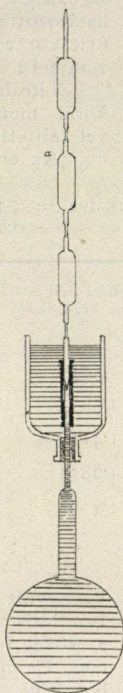
tam, és pedig úgy, hogy a lombikot és a második csövet felváltva erősebben melegítettem. Ekkor feltehető lévén, hogy a vízben foglalt összes gáz eltávozott, a második csövet is leforrasztottam. Ebben az edényben is rendszerint 0·5—1·0 kc. gáz volt.

A harmadik edényt csak 24 óra múlva

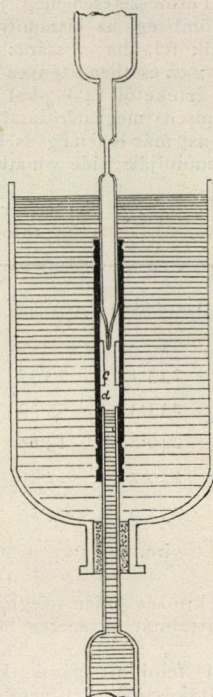
forrasztottam le, a mikorra a víz már teljesen lehült. Ez csak ellenőrzésül szolgál arra nézve, hogy a kifőzés teljes volt-e, és hogy nem hatolt-e levegő vagy víz a készülékbe. Ha ezt a csövet higany alatt felnyitjuk, majdnem egészen megtelik; a benne foglalt gáz 0·05 kc.-t sem tesz ki.



1. ábra.



2. ábra.



3. ábra.

A gáz térfogatának lemérése és összetételének hipuhatolása, a Bunsen-től meg-

állapított igen szabatos gazometriai műveletekkel történt. Az adatok a következők:

| t     | Víz<br>kc.-ben | Kapott<br>gáz<br>kc.-ben | Barométer-<br>állás<br>0°-ra redukálva | 1000 kc.<br>vizből<br>kapott gáz | 1000 kc. víz-<br>ből 760 mm.<br>barométer-<br>állásnál | Oxigén-<br>tartalom<br>%-okban | 1000 kc. víz-<br>ben oxigén<br>760 mm. baro-<br>méter-állásnál |
|-------|----------------|--------------------------|--|----------------------------------|--|--------------------------------|--|
| 24·10 | 1209·3         | 20·68                    | 741·2 mm.                              | 17·101 kc.                       | 17·548 kc.   | 33·81                          | 5·933 kc.  |
| 23·85 | 1091·5         | 18·90                    | 740·3 »                                | 17·316 »                         | 17·791 »   | 33·67                          | 5·990 »  |
| 24·05 | 1209·3         | 20·80                    | 748·3 »                                | 17·200 »                         | 17·477 »   | 33·73                          | 5·895 »  |
| 24·65 | 1209·3         | 20·74                    | 751·5 »                                | 17·150 »                         | 17·350 »   | 33·69                          | 5·845 »  |

kc. = 24·24° C-on, 5·916 kc. oxigén 1000 kc. vízben.

Széndioxidnak nyoma sem volt a gáz-elegyekben, mert mésvíz tőlük nem zavarosodott meg.

Összehasonlítva a kifőzés és titrálás útján kapott eredményeket, azok, az elkerül-

hetetlen, de aránylag csekély kísérleti hibák-tól eltekintve, megegyeznek. Ez határozottan bizonyítja, hogy a jodimétriális módszerrel kapott adatok a helyesek.

A vizből kifőzött levegő, nemcsak

mennyiségére, de chemiai összetételére nézve is, lényegesen eltér a Bunsen-től meghatározott értékektől. Bunsen szerint az összetétel  $0^{\circ}$  és  $24^{\circ}$  között állandóan  $34.91\%$  oxigén és  $65.09\%$  nitrogén.

Erre vonatkozó méréseim még véglegesen befejezve nincsenek, de már is kitűnik belőlük, hogy a levegővel telített vízből kifőzött gáz összetétele, a telítéskor uralkodó hőmérséktől nem független.

Az oxigéntartalom közelítőleg a következő:

|                 |          |
|-----------------|----------|
| $0^{\circ}$ -on | $35.1\%$ |
| $10^{\circ}$ »  | $34.8$ » |
| $20^{\circ}$ »  | $34.3$ » |
| $25^{\circ}$ »  | $34.7$ » |

König és Rauch  $15^{\circ}$ – $16^{\circ}$  között  $32.17\%$ , Regnault  $32.0\%$  oxigént talált. Hogy Bunsen több oxigént talált, ennek oka a kifőzésre használt készülék szerkezete lehet. Az összehasonlítások nagyfelületű kaucsukcsöveket használt, de Graham vizsgálataiból tudjuk, hogy a levegő

nem hatol át változatlanul kaucsuklemezeken, hanem oxigéntartalma  $41\%$ -ra emelkedik. Innen származhatik a hiba.

\*

A titráló módszer a természetes víz oxigéntartalmának meghatározására is jól alkalmazható.

Mint példát a budapesti vezetett víz oxigéntartalmának meghatározását közlöm, 1888. évi márczius 6-ról. Az egyetem chemiai intézetében a vezeték csapját üvegcsővel kötöttem össze és ennek révén a vizet 10 perczig vezettem egy-egy palackon keresztül. Ekkor fel lehetett tenni, hogy a palackban foglalt víz a vezeték vizével oxigéntartalomra nézve is azonos.

Az alkalmazott kémszer mennyisége különböző volt ( $1$ – $3$  kc.-ig), és a számok mégis igen jól egyeznek egymás között, mi azt mutatja, hogy a kémszer mennyiségétől az eredmény egészen független. Az adatok a következők:

| t                | Víz kc.-ben | Fogyasztott 1/100 thiosulfát-oldat | Megfelel oxigénnek | 1000 kc. vízben oxigén |
|------------------|-------------|------------------------------------|--------------------|------------------------|
| $5.7^{\circ}$ c. | 238.4       | 18.00 kc.                          | 1.00485 kc.        | 4.212 kc.              |
| $5.7$ »          | 233.1       | 17.60 »                            | 0.98252 »          | 4.215 »                |
| $5.6$ »          | 233.3       | 17.65 »                            | 0.98531 »          | 4.223 »                |
| $5.5$ »          | 240.8       | 18.20 »                            | 1.01602 »          | 4.219 »                |
| $5.3$ »          | 220.2       | 16.65 »                            | 0.92949 »          | 4.221 »                |

k. é. =  $4.218 \pm 0.006$  (=  $0.14\%$ ) kc. oxigén.

A természetes víz gyakran nitriteket tartalmaz. Ekkor az oxigén meghatározását kissé módosított eljárás szerint végezzük.

A salétromossav és jóddihidrogén egymásra való hatásakor jód válik ki, és NO keletkezik. Az NO jelenléte a jodometriai méréseket bizonytalanná teszi, mert a levegőből oxigént visz át a jóddihidrogénre.\*

A salétromossav zavaró hatásának elkerülése céljából az oxigén meghatározását úgy módosítjuk, hogy a salétromossavat salétromsavvá oxidáljuk. Ezt úgy érjük el, ha a folyadékhoz utólag, tehát csak a só-savval való megsavanyítás után káliumjodidot öntünk. A megsavanyítások részben a manganoxid is feloldódik és manganichlorid képződik, a mely vegyület erőlyes oxidáló hatásával tűnik ki.

Külön mérésekkel, melyeket e helyen

felsorolni szükségtelennek tartok, meggyőződtem, hogy a manganichlorid a salétromossavat, teljesen salétromsavvá oxidálja. A salétromossav oxidálására a vízben feloldott oxigén egy része felhasználatik, valamint ha szerves anyag van a vízben, az is fogyaszt oxigént, és így, hogy ha a vízben feloldott oxigén mennyiségét pontosan akarjuk ismerni, tudnunk kell, hogy az oxigénből mennyit használ fel a salétromossav és a szerves anyag: szóval, javítást kell alkalmazni. A javító szám értéket úgy határozzuk meg, hogy az oxigéntartalmára megvizsgálandó vízből lemért mennyiséget, fölösleges manganichloridoldattal keverjük és keressük, mennyi hatásképes chlór tűnik el.

A módosított eljárás kivitele, a melyet az esetben kell alkalmazni, ha 1000 kc. vízben a salétromossav több, mint  $0.1$  mgrm. — a következő.

A kísérletre azt a nátriumhidroxid-oldatot használjuk, a melyben nincsen káliumjodid. A további eljárás azután olyan mint az előbbi, de a megsavanyításra két-

\* Ez okból a salétromossav meghatározása, a Mohr-Claisen-féle könyvben (VI. k. 645. l.) leírt jodometriai módon teljes lehetetlenség.

szer annyi sósavat veszünk. Összelegyítés után 2—3 percig várunk, és csak ekkor öntünk a folyadékba kaliumjodidot.

A javító együttítható meghatározására a manganichlorid-oldatot hevenyében készítjük el a következőképen: Fél liter destillált vízbe a tiszta nátriumhidroxid-oldatból körülbelül 1 kc.-t öntünk, azután 5—10 csepp manganichlorid-oldatot csepegtetünk belé. Összelegyítés után annyi sósavat öntünk a folyadékba, hogy a csapadék feloldódjék. Célzerű a már savanyú folyadékba néhány gramm kristályos manganochloridot is tenni, mert így kevesebb sósav kell a csapadék feloldására.

E manganichlorid-oldatból 100—100 kc.-t mérünk le. Az egyik részlethez destillált vizet, a másik részlethez a megvizsgálandó vízből 100 kc.-t keverünk. Összelegyítván a folyadékokat, 2—3 perc elteltével mindenikébe kaliumjodidot öntünk, és a kivált jódot, azzal a nátriumthiosulfát-oldattal, a mellyel az oxigén titrimetriai meghatározását végeztük, megmérjük. A két esetben elfogyasztott thiosulfát-oldat különbsége adja a javító szám értékét. 100 kc. vízre kiszámítjuk, mennyit tesz ki a

javítás az oxigén titrálására használt vízmennyiségre és hozzáadjuk az oxigén titrálására elhasznált thiosulfát-oldathoz. Az oly esetekben, a hol elég a vízben feloldott oxigén mennyiségét közelítőleg ismerni, a javítás el is maradhat.

A következő meghatározásokat annak bebizonyítására végeztem, hogy salétromossav és szerves anyag jelenlétében is elég pontosan lehet az oldott oxigént meghatározni.

a és b palaczkokat levegővel telített destillált vízzel töltöttem meg. Ugyanezen víz 2000 kc.-éhez, 20 kc. káliumnitrit-oldatot = 0.002 grm.  $N_2O_3$  és 5 kc. fehérjeoldatot adtam. A c, d, e és f palaczkokat ezzel a vízzel töltöttem meg.\*

a és b palaczkokban az oxigén meghatározását káliumjodidos nátriumhidroxiddal végeztem; 1000 kc.-ben 6.136 és 6.143 kc. közéértékben 6.140 kc. oxigént találtam.

c, d, e és f palaczkokban az oldott oxigén meghatározását úgy módosítottam, mint a hogy ez a salétromossav jelenlétében szükséges. Az eredmény a következő:

Korrekczió 100 kc. részre =  $0.75^{1/100}$  thiosulfát-oldat.

|   | Víz kc.-ben | Fogyott $\frac{1}{100}$ thiosulfát-oldat | 1000 kc. vízben oxigén-korrekczió nélkül | Korrekczió | 1000 kc. vízben oxigén-korrekczióval |
|---|-------------|--|--|------------|--------------------------------------|
| c | 233.3       | 23.65 kc.                                | 5.65 kc.                                 | 1.76 kc.   | 6.08 kc.                             |
| d | 240.8       | 24.55 »                                  | 5.69 »                                   | 1.80 »     | 6.11 »                               |
| e | 220.2       | 22.65 »                                  | 5.74 »                                   | 1.65 »     | 6.16 »                               |
| f | 252.9       | 25.80 »                                  | 5.69 »                                   | 1.90 »     | 6.11 »                               |

k. é. = 6.12 kc. oxigén.

Végül a chemiai intézet udvarának kútjából levett talajvíz oxigéntartalmának meghatározását közlöm. E víz igen tisztátalan; salétromossavval is van fertőzve.

Előzőleg meggyőződtem volt, hogy a kút vizének oxigéntartalma, még félórai szivattyúzás után sem állandó, de nehogy az eltérések a módszer tökéletlenségének tulajdoníthatassanak, a víz betöltését úgy rendeztem be, hogy egyidejűleg 2 palaczkon átömlött a víz. Az eredmények a következők:

| 1000 kc. vízben oxigén-korrekczió nélkül: | 1000 kc. vízben oxigén-korrekczióval: |
|---|---------------------------------------|
| { 3.27 kc.                                | 3.50 kc. }                            |
| { 3.29 »                                  | 3.53 » }                              |

| 1000 kc. vízben oxigén-korrekczió nélkül: | 1000 kc. vízben oxigén-korrekczióval: |
|---|---------------------------------------|
| { 3.41 »                                  | 3.64 » }                              |
| { 3.43 »                                  | 3.67 » }                              |
| { 3.40 »                                  | 3.63 » }                              |
| { 3.38 »                                  | 3.61 » }                              |

Nem mulasztatom el, szíves tanácsaiért Than tanár úrnak e helyen is hálámat kifejezni. Egyedül az ő utmutásainak köszönhetem, hogy a kísérletek a kívánt eredménnyel végződtek. WINKLER LAJOS.

\* A fertőzött víz 100 kc.-ében foglalt salétromossav és szerves anyag oxidálására 5.2 kc.  $\frac{1}{100}$  normal chaméleon-oldat volt szükséges.

### III. AZ ÁLLATTAN KÖRÉBŐL.

#### 2.

**A Bothriocephalus latus ideiglenes gazdájáról.** Az emberben élősködő galandférgek két fajáról (*Taenia solium*

*L. és T. saginata Goetze*) a legelső említést az arab orvosok munkáiban találjuk. E két faj pontos megkülönböztetése azonban csak a legújabb időbe esik. A harmadik, szintén régóta ismeretes galandférgyet (*Bo-*

*thriocephalus latus*) úgy látszik legelőször Svájcban, még most is legnevezetesebb hazájában, Thaddaeus Dumas észlelte. Ő 1571-ben egy 25 rőfnyi hosszú pántlikagilisztát látott elmenni egy embertől, mely a leírásból és az országból ítélve, nem lehetett más, mint a *Bothriocephalus latus*. Ezen három óriáson kívül van még egy negyedik kis galandféreg is, a *Taenia nana*, melyet csak a legújabbban fedeztek föl.

Közegészségügyi tekintetben legfontosabb az illető élősködő fejlődésmenetének a megállapítása. A két első e tekintetben teljesen ismeretes; a *Bothriocephalus latus*-nak az emberbe való jutása azonban még mindig nincs tisztába hozva. Európai elterjedésének két főfészeke van: az egyik Svájcban nyugoti részében, honnan elterjedt Franciaország és Olaszországnak szomszéd tartományaiba is, a másik pedig Oroszországnak balti részeiben, honnan szintén messze elterjedt a szomszéd országba, Lengyelországba, azután Pétervárra, Moszkvába, a Keleti tenger mindkét partján Pomerániába, Svédországba, sőt Hollandiába és Belgiumba is. A legújabb közlések után tudjuk, hogy jelenleg Japánban is igen gyakori. Nálunk még nem fordult elő; de Münchenben, a hol nagy ideig szintén ismeretlen volt, már többször észlelték fellépését; tehát nálunk sem lehetetlen.

A napjainkban munkálkodó természetbuvárok a *Bothriocephalus latus* fejlődésének, illetőleg ideiglenes gazdáinak megállapításában, ebben a már több évtized óta titokzatos rejtély megfejtésében is tetemesen haladtak, sőt közel vannak a fertőző forrás megállapításához.

Leuckart már nem ok nélkül gyanítá, hogy a *Bothriocephalus* ideiglenes vagy kis gazdáját, minthogy leginkább a vízben gazdag vidékeken van nagy mértékben elterjedve, a halak között kell keresni. Leuckart később megváltoztatta e nézetét, s azokat az apró gerinctelen állatokat vette gyanúba, melyeket az ember vízzel, zöldséggel, salátával, gyümölcssel stb.-vel igen könnyen és észrevétlenül lenyelhet.

C. Vogt szintén tanulmányozta e féreg élettörténetét s arra a meggyőződésre jutott, hogy e féreg csillangos embriói, melyek a tojásból kibújnak, a Genf környéki vizek partján nagy mennyiségben található *Nasturtium-növény* — melyet ott közönségesen salátának használnak — jutnak az ember belsejébe s a vékonybélben *közetlenül* alakulnak át érett férgekké.

Knoch tette e tekintetben az első etetési kísérleteket kutyákkal, s úgy látsozott, hogy az eredmény csakugyan megerősíti e nézetet, hogy t. i. a *Bothr.* fejlődésében a borsókaállapot elmarad. A hét kísérlet közül három legalább e mellett szóltott.

A kísérletet Leuckart, Grassi és mások is ismételték, s a mindig elmaradó pozitív eredmény arra kényszeríté őket, hogy Knoch kísérleti állatait már a priori fertőzötteknek mondták, annál is inkább, mert *Bothr.* a kutyákból már Pallas előtt is ismeretes volt.

Knoch állítása tehát megrendült, de azért még igen sokáig, sőt a legújabb időkig is hitelre talált.

Braun, jelenleg rostocki egyetemi tanár, 1883-ban vette föl újra e kérdés tanulmányozását, s eredményével nagy mozgalmat idézett elő. Braun, összeállítva azon állatok névsorát, melyekben eddig a különféle *Bothr.*-fajokat találták, azt találta, hogy ezek jobbára mind halevők. Semmi sem volt tehát természetesebb, mint az a feltevés, hogy ezek az állatok a halak útján jutottak a féreghez s hogy valószínűleg az ember is halak útján kapja. Braun tehát sorba vizsgálta a dorpati piacpon előforduló halakat. Vizsgálatának első tárgya a csuka volt, s várakozásának megfelelőleg arról győződött meg, hogy majdnem valamennyi csuka izmai és belei között vannak több-kevesebb számmal *Bothriocephalus*-lárvák. Ugyanezt találta a menyhalban is. Braun tehát már a priori is nagyon valószínűnek tartotta, hogy e galandférget a dorpati lakók főképen a csukával kapják, minthogy ez a hal ott rendes eledel.

Braun, nézetének megerősítése végett, etetési kísérleteket is tett kutyákkal és macskákkal. A féreg felnevelése nem sikerült mindig. Mindazonáltal a legtöbb esetben az illető állatok bélesatornájában több-kevesebb férget talált, mindig megfelelőleg a beadott álcák számának és korának. Egy esetben 6—7 hét múlva érett férgeket is sikerült tenyésztenie. És ezek az akarva tenyészett férgek, a mint a pontos vizsgálat és összeahonlítás kiderítette, nem különböznek lényegileg az emberben élő *Bothriocephalus*tól.

Braun kísérleteket tett emberekkel is. Két dorpati egyetemi hallgató, a kiskról megállapítottatott, hogy *Bothriocephalus* nincsen bennök, lenyelt 3—3 s egy harmadik 4 álcát a csukából 1882. október 15-ikén. Már ugyanazon év november 18-ikán meg lehetett állapítani, hogy mind a három fiatal ember bélesatornájában *Bothriocephalus* van. Később az egyiktől két teljes férget hajtottak el; a másiktól csak egyes darabok mentek el, s a harmadiktól három egész példány.

Megdönthetetlen tény tehát, hogy a csukában előforduló *Bothriocephalus* álcák az emberben is kifejlődnek. Újabbban azonban Kuchmeister megtámadja Braunnak azon állítását, hogy a csukában előforduló *Bothriocephalus* álcákból az emberi *Bothriocephalus* fejlődnek s azt



mondja, hogy az olyan mértékben való inficziálás, mely ez elősdi előfordulásának megfelelne, csak a nyers hús élvezésétől származhatik; már pedig a csukát sehol és senki sem eszi nyersen. Küchenmeister, ki különben azelőtt szintén abban a nézetben volt, hogy e fűreg az emberbe nyers növényi részekben apró, gerincztelen állatokkal jut, ismeretes tankönyvének második kiadásában Braun ellenében főképen a lazacot (*Salmo salar*) veszi gyanuba, mely Svédországban besózva csakugyan majdnem nyersen szolgál eledelül.

A svájcz népi vélekedése szerint a szintén a pisztrángfélékhez tartozó *Coregonus fera* e fűreg ideiglenes gazdája.

Mind a két vélemény azonban csak gyanu alapszik. Küchenmeister állításai nem állják ki a kritikát s ellenvetései sem alaposak. Hogy valaki a galandfűreget megkapja, nem okvetetlenül szükséges, hogy egészen nyers halat egyék; elég ehhez a halnak hanyag elkészítése, mely esetben az izmokban nem egy álca maradhat meg életben. Azonkívül tudjuk, hogy Dorpatban a csuka éppen úgy besózva, nyersen szolgál eledelül a közönséges népnek, mint a lazac a gazdagoknak.

Nem alapos az az ellenvetés sem, hogy Brauntól az emberben felnevelt *Bothriocephalus* csak mesterségesen felnevelt állat és a svájcz eredetű *B. latus*-tól eltérő faj vagy legalább is új fajváltozat, az ú. n. *Bothr. balticus*. A *Bothriocephalus*-fajokat ugyanis nagyon nehéz egymástól megkülönböztetni. E tekintetben csalódott Davaine is a *B. cristatus*-ra nézve, melyet Leuckart *B. cordatus*-nak tart és a melyet Grassi ismét *B. latus*-nak vall. Ezt a nehézséget maga Küchenmeister is megerősítette, midőn a Grassi-tól neki meghatározás végett küldött és saját belében fölnevelt két példány közül az egyiket *B. latus*-nak, a másikat *B. balticus*-nak határozta meg.

Küchenmeister azonban még sem marad minden vigasz nélkül; mert újabban Dr. Ijima Tokióban konstátálta, hogy Japánban a *B. latus* igen gyakori, s hogy ez az *Onchorynchus Perryi* nevű halban előforduló álcákból fejlődik, mely hal csakugyan a lazacfélékhez tartozik.

Ezek a nézeteltérések Dr. Zschokkét arra birták Genfben, hogy ő is hozzájáruljon az igazi tényállás megállapításához vagy legalább az igazság megközelítéséhez. Az ő adatai nyomán tudjuk, hogy Genfben jelenleg a *Bothriocephalus* sokkal ritkább, de helyette a *Taenia saginata* kezd gyakori lenni. Genfben legalább már nem tartozik a ritkaságok közé. Zschokke a genfi piacon előforduló halfajokat mind megvizsgálta a *Bothr. álcákra* vonatkozólag és a következő eredményre jutott: A csu-

kában *Bothr. álcák*at nem volt képes föl-fedezni; a *Coregonus ferát*, mely a népnél gyanuban áll, igen tiszta halszövet találta; a menyhalban talált álcák száma 5—30 között ingadozott, melyek leginkább a májban, azután a vesékben s az ivarszervekben fordultak elő; a *Salmo Umblá*-ból hat példányt vizsgált meg, s mindegyikben voltak álcák; a megvizsgált 12 sügér közül nyolczban talált álcákat, de kevésbbé az izomzatban, mint a belső szervekben. A talált álcák mind nagyon hasonlítottak egymáshoz, s a *Bothr. latus* álcáihoz, csak hogy sokkal kisebbek (2 mm.) voltak. Nyolcz milliméter egy sem volt; mindegyiknek betüremlett feje és farka volt és tele voltak mésztestekkel. Ezek közül Zschokke a rövidebb, szélesebb fejjel és mélyebb szívóakkal bírókat, s a mésztestekben szegényebbeket a *B. infundibuliformis* álcáinak tartja, a többieket azonban mind azonosítja a Braun-félékkel.

Zschokke a különféle halakban talált Braun-féle álcákkal kísérleteket is tett 1887-ben nyolcz genfi hallgatójával. Pozitív eredményeket csak a menyhalban és a *Salmo Umblá*-ban talált álcákkal ért el. Igen föltűnő, hogy a folyami sügérben találtakkal nem jutott célhoz, jöllehet Parona olasz tudósnak e kísérletei sikerültek.

Ebből látható, hogy Genfben nem a csuka, hanem első sorban a piacon nagyon közönséges menyhal a *Bothriocephalus* terjesztője; azonkívül a fiatal sügerek (*Perchettes*), melyeket fel sem bontanak, hanem mindenestül és gyengén megsütve használnak eledül. A *Salmo Umbla* ritka és drága hal és készítésére nagy gondot fordítanak.

Mindezekből pedig az következik, hogy a *Bothriocephalus latus* kis-gazdája nemcsak a csukák, hanem több más hal is.

Mivel azonban a tojásból kibújt csilangós álcákkal az illető halakat fertőzni nem sikerült, újra több valószínűsége van annak a régi nézetnek, hogy ezek a csilangós álcák először gerincztelen állatokba jutnak s ott töltik fejlődésük első idejét. Ez azért is nagyon valószínű, mert azok az eddig ismert halak, melyek a *Bothriocephalus*-álcáknak kis-gazdái, mind ragadozó természetűek.

PACHINGER ALAJOS.

## 7.

**Az izeltlábúak »Protracheata» osztálya.** Az izeltlábúak nagy törzsébe tartozó állatok, bármennyire különbözzenek is óriási számban levő fajaik egymástól, tipikus jellemvonásaikban mégis annyira megegyeznek egymással, hogy hová tartozásuk könnyen felismerhető. A törzs

egyöntetőségét csak bizonyos helyhez rögzített és élősködő rendek meg családok fajai zavarják, melyeken kétség kívül az életmód vont maga után oly változásokat, a melyek a szervezet eredeti típusát többé-kevésbé módosították s a kifejlődött egyénen gyakran a felismerhetlenségig elburkolták. A fejlődés menetének tanulmányozása azonban ezeknél is a leghatározottabban megjelölte azt a helyet, mely őket a rendszerben megilleti.

Hogy az izeltlábúak a gyűrűs férgekkel (Annelides) rokonságban állanak, ezt Cuvier óta, ki a gyűrűs férgeket meg izeltlábúakat tudvalevőleg egyazon törzsbe (Articulés) foglalta, senki sem vonta kétségbe; azt azonban, hogy vannak állatok, a melyek szervezete a gyűrűs férgek meg izeltlábúak sajátágos keverékéből áll, csak Moseley, Balfour, Graffon és Kennel újabb vizsgálataiból tudtuk meg.

Ezek a két állattörzset, t. i. a férgékét meg az izeltlábúakét összekapcsoló állatok a *Peripatus* nem fajai, melyek ennek előtte *Onichophora*, azaz karmos férgek elnevezés alatt általában a férgek törzsébe osztattak be, míg az említett buvárok vizsgálatai ki nem mutatták, hogy, összes szervezeti viszonyait tekintve, egészben véve mégis közelebb állanak az izeltlábúakhoz, mint a férgekhez; minthogy azonban kényszer alkalmazása nélkül az izeltlábúak egyik osztályába sem iktathatók be, újabb rendszerezők külön osztályt (*Protracheata*, azaz *ős légcsövesek*) alakítanak számukra a rákok meg a százlábúak, vagy a pókok meg a százlábúak között.

A *Peripatusok*, melyek úgy látszik széltében el vannak terjedve a déli féltekén, meg Amerikának az északi féltekén fekvő melegebb részében, hol nedves erdőkben tanyáznak, külső megjelenésüket tekintve leginkább hasonlítanak valamely kissé zömökebb testű gyűrűs féreghez. Lágy, gyűrűzött testük minden ízén egy pár rövid, igen tökéletlenül izelt lábat visel, mely egy karompárral végződik s inkább a gyűrűs férgek idétlen lábcsonkjaira (parapodia), mint az izeltlábúak tagolt végtagjaira emlékeztet. Elég jól kifejlődött fejük egy pár izelt tapogatót s két egyszerű szemet visel; szájrészeik egy sarlóalakú rágóból s két pár tökéletlenül izelt szájmelletti szemölcsből állanak, mely utóbbiakon nyálkamirigyek vezetékai nyílnak s ezek fonalakká húzódó váladékot szolgáltatnak. Belsőatornájok izmos garattal kezdődő egyenes lefutású cső, melynek szájrészletébe két hosszú vezetékű bojtyszerű nyálmirigy nyílik; az izeltlábúakra annyira jellemző közép- és végbéli mirigyek egészen hiányzanak. Hátedényük egészen megegyezik a százlábúakéval; ugyanez áll a váltivarú egyének ivarszerveiről is, melyek nagyjában megegyeznek a százlábúak egy

részének (chilopoda) megfelelő szerveivel. Izom- és idegrendszerök ellenben inkább a férgekére emlékeztet. Izomzatuk ugyanis a bőrrel szorosan összeszőtt izomtömlő képez; hasdúcslánczuk pedig, épen úgy, mint bizonyos gyűrűs férgeké, két egymástól meglehetősen távol fekvő zsinegből áll, melybe az izeknek megfelelőleg dúcsejtek vannak beágyazva, s a melyek harántul álló finom eresztékekkel vannak egymáshoz foglalva, úgy hogy az egész hasdúcsláncz kötélaljtörzához hasonlítható. A férgékére emlékeztető szervezeti viszonyokhoz hozzájárul még egy kirívó féregjellem, mely a kiválasztó szerveket illeti. Ismeretes, hogy a gyűrűs férgek mindegyik testizében egy pár sajátágosan összegombolyított, vagy hurkokba szedett cső (szelvényiszerv, hurkiszerv, a régebb szerzők vizedénye) fekszik, mely kifelé a hasoldalán egy-egy finom nyílással nyílik, míg a belső vége tölcyszerű tágulattal szájadzik a testüregbe. Ezek a szervek a gerinczesek veséivel azonos feladatúak s ezért némely szerzők nephridiumoknak is nevezik. A *Peripatusok* kiválasztó szervei a legelső meg az utolsóelőtti iz kivételével valamennyi ízben előfordulnak, a lábak alapján nyílnak s szerkezetüket tekintve egészen megegyeznek a férgek szőban forgó szerveivel.

A kirívó féregjellemek rendszertani értékét azonban teljesen devalválják a légzőszervek, melyek lélekzőcsövekből állanak, mint, a rákok kivételével, a többi izeltlábúaknál. Moseley felfedezése szerint ugyanis az egész test felületén szabálytalanul szét vannak szórva apró nyílások, melyek korántsem bőrmirigyek vezetékeinek a nyílásai, hanem lélekzőrések (stigmák), melyek egy-egy ecetszerűleg elágazódó csőbe vezetnek. Ez a sajátágosan szétszóró lélekzőcsőrendszer az izeltlábúak körleégi lélekzőszerveinek a legkezdetlegesebb állapotát képviseli, melyből a rovarok meg százlábúak lélekzőszervei oly módon keletkezettek, hogy a nagyszámú, egyenkint aránylag tökéletlen lélekzőszervek száma minden ízén egy-egy párra apadt le, az egyes lélekzőcsövek pedig, a számbeli apadással lépést tartva, egyre tökéletesebbekké váltak; a szervezet tökéletesebbülésének oly törvénye ez, mellyel rokon állatok szervezeti viszonyainak összehasonlítása alkalmával lépten-nyomon találkozunk.

A lélekzőszerveken kívül az izeltlábúak bélyegét rásüti még a *Peripatusokra* a fejlődés, mely, érdekes sajátosságait nem tekintve, egészben véve az izeltlábúakénak menetét követi.

Ha a *Peripatusok* összes morfológiai jellemvonását számba vesszük, csakis arra az eredményre juthatunk, hogy közvetítőkné tekintsük a férgek meg az izeltlábúak között. S az újabb buvárlatoknak e meg-

lepő eredményét ki ne üdvözlőné örömmel? Hiszen a morfológiának feladata nem a szervezeti különbségek egyoldalú analizálásában s merev szembeállításában, hanem

egyszersmind a szervezetek rokonsági láncolatára világot vető megegyezések kipuhatolásában és összefoglalásában áll.

DR. ENTZ GÉZA.

#### IV. A NÖVÉNYTAN KÖRÉBŐL.

**Egy hazai szegfű prioritásának védelme.** A szirti szegfű (*Dianthus petraeus* W. Kit.) a kertekből és virágbokrétaiból ismeretes, teljesedett *Dianthus plumarius* L. (*D. serotinus* W. Kit.) vagyis tollas szirmú szegfű testvérfaja, de szirma síma és nem prémes\* s nem oly sallangosan szabdal, mint a *D. plumarius*é. Mivel ennek a szegfűnek ismerete legelőször hazánkból szivárgott ki a botanikai ismeretek tengerébe, mivel hazai botanikus, a nagyérdemű Kitaibel Pál nevezte meg s hazánknak karakternövénnyé, földrajzi elterjedése Európában északnyugot felé hazánk hegyormain akad meg, az Alföldön át észak s nyugot felé tovább nem terjed: ezért ennek a ha nem is teljesen magyarföldi, de minden esetre nevezetes hazai szegfűnek történetéből illő az adatokat összeállítani.

A szirti szegfű hazánkban az Al-Duna völgyében, a galambóci barlangtól le a Kázán völgyéig, a Herkulesfürdő és Csiklova vidéken, a Biharhegységben s Erdélyországban főleg e hegységnek keleti ormain a mészsíklákat ékesíti. Hazánkon kívül Szerbiában meg a Balkán-félsziget hegyein is nő,\*\* ezért a *D. petraeus* hazánk és kelet flóráját ismertető külföldi munkákban is gyakrabban olvasható s a legújabb időkig alig jutott valakinek eszébe, hogy e szegfű faji önállóságáról kétséget támaszszon, vagy hogy e növénynek nevét azért megváltoztassa, mivel már látszólag régebb *Dianthus petraeus* M. Bieb. is van, mely a mi szegfűvünkötől merőben különböző.

A *D. petraeus* legelső forrásául közönségesen a »Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae« három folió kötetben és csinos képekkel megjelent, igazi műkiadás harmadik kötetének 246—47. lapját és 222. képét idézik, a mely kötet a számlap szerint 1812-ben jelent volna meg, ellenben a *D. petraeus* M. Bieb. a Flora Taurico-Caucas. I. köt. 328. l. 1808-ból való. Ha tehát Waldstein és Kitaibel *Dianthus petraeus*a csakugyan 1812-ben kelt volna, akkor az 1808-ban megjelent Marschall-Bieberstein-féle *D. petraeus* ellenében a prioritást elveszítené s ezt a nevezetes szegfűvünket másképp kellene

nevezni, a mint Simonkai »Erdély edényes flórájának« stb. című munkájában, a 121. lapon a »*D. petraeus* W. Kit.«-nek a *D. integrifolius* Schur elnevezést valóban eléje is helyezi,\* tehát a *D. petraeus* W. Kit. elsőbbségét, a M. Biebersteiné ellenében, egészen megsemmisíti.

Azonban a következőkből, úgy hiszem, világosan kiderül, hogy Kitaibelék *D. petraeus*-a 1804—1807. esztendőben, tehát már a M.-Biebersteiné előtt ismeretes volt. Nevezetesen James Donn »Hortus Cantabrigiensis«\*\* című munkájában, a 168. l. a *D. petraeus* kultúráját 1804-től számítja. Donn az autor (megnevező) nevét a kezemben levő s 1823. évben kelt kiadásban a *Dianthus petraeus*, valamint egyáltalában egy szegfű mellé se írja oda, de hazájául Magyarországot s Curtisnak »Botanical Magazine« című képes munkája 1204. képét idézi, mely 1809-ben június 1-én jelent meg.

Ez a kép inkább a horvátországi (velebiti) »*D. strictus* Sibth. et Sm. var. *pseudopetraeus* Borb.« (1876)-nak, mint a krassó-szörénymegyei *D. petraeus*-nak hű mása. De a *D. petraeus* a Botanical Magazine szerint is hazánkban terem. Ha ez a kép nem tökéletesen a *D. petraeus* W. Kit. hű mása is, a minthogy De Candolle\*\*\* ezt a képet a *D. petraeus*-tól mint fajtát kérdőjellel valóban el is választja; fontolóra kell azt vennünk, hogy Curtis a rajz alapjául szolgáló növényt sem nem egyenesen Kitaibeléktől, sem nem Donn-tól, hanem Loddiges-től kapta, tehát a különben nem nagyon eltérő *D. petraeus* képe, Curtis idézett munkájában, lehet már tenyésztés folytán kissé megváltozott növényről készült, vagy a kevés különbség technikai hiba, s ezt az utóbbit Curtis leírásából gyaníthatni.

Curtis i. h. e *D. petraeus*-hoz Donn Hortus Cantabrigiensis-ét (edit. IV. p. 100), eredeti hazájául pedig Magyarországot idézi,

\* A *D. integrifolius* Schur a pelyhes szirmú »*D. spiculifolius* Schur«-nak elkorcsosodva épszirmú alakja, (ha Schur csakugyan a Bucsecsen szedte, s nem kertből való, tehát nem a tenyésztés megváltoztatta eltérés) tehát nem ide tartozik.

\*\* Or an accented catalogue of indigenous and exotic plants cultivated in the Cambridge botanic Garden.

\*\*\* Prodrömus I. 363. l.

\* Helyesen a szegfűeknek *Leiopetali* Boiss. (síma, azaz nem prémes szirmú) csoportjába illesztendő.

\*\* Boissier: Flora orientalis I. 493—94. l.

s ez a IV. kiadás 1807-ben jelent meg. Látnivaló tehát, hogy a magyar *D. petraeus* régibb keltű, mint a Bieberstein-féle kaukázusi. Csak az kétes még előttem, vajjon Donn a IV. kiadásban önmagát vagy Kitaibelt, vagy mint az 1823. évi kiadásban egyikőket sem írja-e a *D. petraeus* autorául, mert épen a IV. kiadáshoz semmi úton hozzá nem juthattam s belőle idézetet még Londonból és Cambridgeből sem kaphattam. Azonban azt hiszem, Donni h. is Kitaibelnak kell lenni az autornak, mert a *D. petraeust*, melyet a külföldi botanikusok általában mint Kitaibelt megnevezte növényt ismernek és említenek, Donn 1804-ben vagy előbb hazánkban csak Kitaibeltől kaphatta s a kezemből levő kiadásban más szegfű mellett sincs Kitaibel neve, oly szegfűvek után sem, melyeknek Kitaibel a kétségtelen autora (*Dianthus serotinus*, *D. nitidus*). Lehet Curtis a *D. petraeus* után W. et Kit. nevet, Donn helyett, a régi botanikusoknak abból a különös szokásából nem idézi, hogy a növények fajneve után nem az igazi autort írták, hanem a munka szerzőjét, a melyben a növény leírása legelőször megjelent, pl. Crambe Tataria Sebeők, Jacquin »Miscellanea«-jában, II. kötet 274. lap helyett hibásan »Crambe Tataria Jacq.«-t.

Hogy tehát az 1808-ban kelt »*D. petraeus* M.-Bieb.«-nal szemben, melynek más régi nevei is vannak, a *D. petraeus* W. Kit. változatlanul elsőbbségben maradjon, leírásának első forrásául Donn Hortus Cantabrigiensise IV. kiadásának (1807) 100. lapját bátran idézhetjük.

De én azt gondolom, a »*D. petraeus* W. Kit.«-nek elsőbbséget Kitaibel-ék munkája is biztosít. Leírásának első keltje a »Descriptiones et icones plantarum rariorum Hungariae« című munka is maradhat, a mint ezt a botanikusok idáig közönségesen idézni szokták.

E munka III. kötetének címlapja, melyben a *D. petraeus* van, igaz 1812-et hirdeti, de már Willdenow\* 1809. év elején az állítólag 1812-ben kelt *Dianthus petraeus* W. Kit., továbbá a *Silene infracta* W. Kit. (213. kép) és *S. pusilla* W. Kit. (212. kép) után a Descriptiones et icones lapját (246), valamint a kép számát (222) is pontosan idézi; világos tehát, hogy a *Dianthus petraeus* W. Kit. leírása és képe már 1809-nél jóval előbb szétküldeztetett. Kanitz Ágoston levélfelvétele szerint Kitaibelék idézett munkája füzetként (per decades, tíz kép egy füzetben) jelent meg, s minthogy 200 képet a címlappal együtt 1805-ben, a II. kötetel ki-

adtak; a 222. kép (*D. petraeus* W. Kit.) 1804—1807. évben füzetként már megjelent, különben Donn 1807-beni Willdenow pedig 1809. év elején a szirt, szegfű forrását pontosan nem idézhették.

Ezek nyomán szirti szegfűünk leírása első keltjének vagy Donn Hortus Cantabrigiensise IV. kiadás 100. lapját, vagy a Descriptiones et icones III. köt. 246. l., 222. képét kell idéznünk, de nem 1812. év keltjével, mert ekkor a *D. petraeus* M. Bieb. 1808. szirti szegfűünknek útját állja, hanem legalább is az 1807. év keltjével.

DR. BORRÁS VINCZE.

#### 4.

**A hüvelyes növények gyökércsomóiról.** Igen sok hüvelyes növény gyökere fejlődnek sajátos daganatszerű képződmények. Thümen a legnagyobb valószínűséggel állítja róluk, hogy a fajváltozatosságukról ismeretes hüvelyes növények családjában mindenféle növényen kivétel nélkül vannak ilyen gyökércsomók, jöllehet ez ideig valamennyi ide tartozó fajon nem konstatáltak őket. Ennek oka, nézete szerint, csakis az összes — főleg a vadon termő — fajokra ki nem terjedő kutatások hiányának tudható be.

A hüvelyes vetemények közül valamennyi hereféle, luczerna és baltaczim gyökerein vannak ilyen csomók, legnagyobbak azonban a Lupinusén, melyeken gyakran 2 cm. átmérőjű csomókat is találhatni; továbbá a borsó, bükköny, bab, ákác és több egyéb növényen szintén találhat efféle csomókat. A felsorolt növényeken a gyökércsomók rendszerint csaknem mindig megvannak; a legnagyobb ritkaságok közé tartozik, a mikor hiányoznak.

Gyakran megtörténik azonban, hogy a kérdéses természetű képződmények csak a legpontosabb vizsgálat folyamán tűnnek elő, mert sokszor igen elszórtan, gyéren fordulnak elő, azonfelül a Lupinus és az ákácfa igen nagy gyökércsomóit nem tekintve, közönségesen igen aprók, 1—2—3, csak ritkábban 4 mm. átmérőjűek. Legtöbbször a gyökerek mellékágain, sőt nem ritkán a legfinomabb végelágazásokon vannak, de azért a főgyökereken is fejlődnek. Alakjuk nagyon is változó: majd teljesen gömbölyűek, majd meg félgömbösök, máskor meg tojásdadok, bunkósak, fonálszerűek, sokszögletűek, karélyosak vagy hasogatottak, — majd a gyökérrel közvetlenül összefüggők, majd rövidebb-hosszabb nyelűek. Színök rendszerint megegyezik az illető gyökérével, a melyen keletkeznek. A legkülönbözőbb talajokban is kiképződnek, a legkövérebb televényföldtől a legsoványabb görgeteges talajig, túlságosan nedves, iszapos talajban épűgy, mint a száraz sivár homok-

\* Enumeratio horti regii botan. Berol. I. (1809) p. 470, 474, 478. — Willdenow előszava 1809. április 11-én kelt.



ban. A föld domborzati viszonyai sincsenek keletkezésükre hatással; époly mennyiségben és alaki kifejlődésben találhatók az alföldeken, mint a legmagasabb hegyeken; minden földrészen s minden földöv alatt előfordúlnak.

Eme gyökércsomók a kutatók érdeklődését nem kis fokban vonták magukra. Már a XVII. században leírta őket, *Malpighi* a híres olasz tudós. Ő gubacsképződménynek tekintette, később *De Candolle* beteges kinövésnek tartotta, *Clos* lenticella-elajulásnak, *Treviranus* pedig fejletlen rügyképleteknek, mások valamely gomba sclerotium stádiumának (*Sclerotium medicaginum* Bio., *Scl. lotorum* Bio.) nézték a gyökércsomókat.

Később, főképen *Woronin*, *Kny*, *Eriksson*, *Frank* vizsgálatai és legújabb *Brunchorst* és *Tschirch* igen becses adatai lényegesen megváltoztatták az elődök felfogását. Mindamellett e sok és figyelemreméltó dolgozat daczára is be kell vallanunk, hogy a gyökércsomók természetéről még ma sem vagyunk egészen tisztában; a tudósok nézetei e kérdés egyes pontjait illetőleg még vitások. Az eltérő nézetek főoka abban a körülményben rejlik, hogy ott, a hol a gyökércsomók rendszerint hiányzanak, mesterséges, kísérleti úton még nem voltak előidézhetők.

*Woronin*\* 1866-ban fedezte fel a *Lupinus* gyökércsomóinak bizonyos sejtjeiben azokat az apró testeket, a melyeket alsóbbrendű gombáknak tekintett.

Későbbben, a gyökércsomók keletkezésekor a protoplazmában bővelkedő sejtokban finom fonalakat is találtak, melyeket *Eriksson* gombafonalaknak (hifusoknak) értelmezett s melyek — állítólag — a sejtfalakat átfúrva, kívülről befelé haladnak. Továbbfejlődött állapotban a gyökércsomók belső sejtjei telve voltak vékony, alakra s nagyságra baktériumokhoz hasonló képletekkel: alakjuk tojásdad és pálczikaformájú, egyenes v. görbe, 2—3 sugarú, egyszerű vagy többszörösen karélyos volt; és ép ez az alak volt az, a mely a kutatók egy részét félrevezette.

Némelyek ugyanis akként vélekedtek, hogy itt is élődi gomba szerepel, mely gombafonál, valamint spóra alakjában is fellépve, az okozta inger következtében, mely növekedése közben a gyökér szöveteleire hat, megadja az impulzust a gyökércsomók keletkezésére. E gombát *Schinzia Leguminosarum* Fr. névre keresztelték s úgy hitték, hogy benne legközelebbi rokonát találták fel annak a gombának, mely az égerfák régebben ismeretes gyökérkinövéseit okozza (*Schinzia Alni* Wor.).

\* Leunis: Synopsis der Pflanzenkunde 1877. III. S. 1844.

De másfelől e képletek gomba-természetét, főleg a gomba szaporodó szerveinek tartott baktériumszerű alakokat sokan elvitatták és nem tekintették egyébként, mint a talajból felvett táplálékok átalakítását végző szerveknek, melyek a táplálékokat akképen alakítják át, hogy a növény szervezetébe felvételthesse. E szerveket az illető kutatók, baktériumszerű alakjuknál fogva, *bakteroidáknak* nevezték.

Legújabbban azonban *Brunchorst*\* és *Tschirch*\*\* behatóbban tanulmányozták a gyökércsomók fejlődését és sikerült is e probléma végleges megoldásához közelebb jutniok. Megállapított tény, hogy az említett csomós képződményekben nincsenek baktériumok, mint a hogy némelyek hitték; a növény átidomult fehérjeanyagai vannak bennök. Az állítólagos baktériumokkal tett minden tenyésztési kísérlet negatív eredményeket adott. Ezt tudván, némelyek már most úgy vélekedtek, hogy e testek bizonyos erjesztőanyag szerepét játsszák; de ez a feltevés is tévesnek bizonyult, mert ez ellen különösen az szól, hogy ezek a bakteroidák különféle reagenseknek erősen ellentállnak; az a körülmény pedig, hogy aránylag kevés kén, de annál több foszforsav van bennök, arra mutat, hogy anyagok inkább a növényi casein csoportjából való. A bakteroidák mellett feltalálható (azelőtt általánosan gombafonalaknak tekintett) képleteknek sincsenek semmiféle gombatermesztetre valló tulajdonságaik; csakis előstádiumai, megelőző állapotai lehetnek a bakteroidáknak.

*Tschirch* legújabb kutatásainak eredménye szerint a hüvelyes növények gyökércsomói a tartalék-táplálékok tárházainak tekinthetők, melyekben fehérjeanyagok halmozódnak fel. *Tschirch* határozottan elveti azt a nézetet, mintha a gyökércsomók a táplálékok felvételében részt vennének, mivel ez már a gyökércsomók alakjánál és anatómiai szerkezeténél fogva is valószínűtlen. Elveti azt a felfogást is, mely szerint e csomók a gyökérnek mintegy laboratóriumai volnának, melyekben a felvett organikus és anorganikus nitrogénvegyületek, sőt a nitrogén maga is egyenesen fehérjévé vagy ehhez közelálló vegyületekké alakíthatnának át.

Ha *Tschirch*-nek ez értelmezéseit helyeseknek tekintjük (s ez időszerint nincs ok az ellenvetésre), a hüvelyes növények gyökércsomóinak tisztán élettani

\* »Ueber die Knöllchen an den Leguminosenwurzeln« Berichte der deutsch. botan. Gesellsch. zu Berlin, III. Jahrg. S. 241.

\*\* Beiträge zur Kenntniss der Wurzelknöllchen der Leguminosen. Ebenda, V. Jahrgang, Heft 2.

szerepet kell tulajdonítani s így minden-előbbi nézet, mely gombát, élősdit vagy rendellenes, beteges képződményt sejtett bennök, önként elesik. Sőt a gyökércsomók így teljesen normális természetűek, melyek az egész nagy növény családra jellemzők.

Legújabbban *Lundström*\* vizsgálta közelebbről a gyökércsomók belső alkotását, s végeredményeiben ennek ellenében — bár nem minden kételkedés és ingadozás nélkül — ama buvárok régebbi fel-fogásához csatlakozik, kik a bakteriodákat és a fonalképleteket gombáknak tekintették, akként fejezvé ki magát, hogy »azt hiszi, hogy a kérdéses fonalak a gyökércsomók belső sejtjeiben legnagyobb valószínűséggel direkt vagy indirekt kapcsolatban állanak a bacteroidákkal; nehezebbé esik — úgy-mond — eme képletektől a gombatermészetnek minden nyomát megtagadni.

*Brunchorst* és *Tschirch* fel-fogásai ellenében, melyek szerint a bakteroidák fehéretettek, minden gombai természet nélkül, *Lundström* annak az új nézetnek ad kifejezést, hogy ő a gyökércsomókban szimbiotikus tüneményt vél felismerhetni. A csomókban levő (szerinte) mikroorganizmusok, illetőleg a bakteroidák és a fonalak együttesen a hüvelyes növény szöveteleiben olyan kölcsönös életmódot folytatnak, melynél fogva az egyiknek a fejlődése, növekedése nincsen a másiknak kárára. E nézetét a valóban meglevő hasonló kölcsönösségi viszonyra való hivatkozáson kívül (*Mycorhiza*) többek közt a következőkkel támogatja: 1. hogy a gyökércsomók sterilizált földben nem képződnek (*Frank*); 2. hogy mind a fonalak, mind a bakteroidák tagadhatatlanul nagyon hasonlítanak az alsóbbrendű gombák különféle stádiumaihoz (*Plasmodiophora*, *Vibrio*, *Clostridium* stb.); 3. hogy ilyen képződmények nem fordulnak elő a phanerogam-növények sejtjeiben mint normális tartalomrészek.

Ha az első pont, t. i. hogy a gyökércsomók sterilizált földben nem képződnek, minden kétséget kizárólag való ténynek bizonyulna, akkor az magában is elegendő volna arra, hogy a kérdéses képződményeket mikroorganizmusoknak tekintsük. Ez azonban még megerősítésre vár. A 2-ik és 3-ik érv nem tekinthető mértékadónak e kényes kérdés eldöntésében s így határozottan egyik feltevés mellett sem bizonyítanak. Élettani szempontból tekintve, döntőbb hatást kell tulajdonítani *Benecke*\*\* legújabb kísérleti eredményének, melyben *Brunchorst* hipotézisének megerősítését bírjuk. *Benecke* a *Vicia Faba* gyökerein képződő gyökércsomókat figyelte meg. Ezek

elég bőven voltak feltalálhatóak, akár kerti földben, akár fűrészporbán, akár pedig vízben tenyészték is a növények. Valahányszor azonban a gyökér csúcsát ketté hasította s az egyik felét eltávolította, az illető gyökérgáton sohasem keletkeztek gyökércsomók előbb, míg a sérült gyökércsúcs növekedés útján teljesen vissza nem nyerte normális, ép alkotását. *Benecke* eme kísérleteit a *Phaseolus multiflorus*-on többször ismételt tem, vízben tenyésztve őket, részint közönséges dunai vízben, részint a *Sachs*-féle tenyésztő-oldatban. Teljesen ugyanazon eredmény állott elő: addig, míg a sebhelytől megsejtült gyökérgáton nem, csakis a gyökércsúcsok felépülése után mutatkoztak csomók különböző időközökben az egyes példányok szerint; némelyeknél azonban teljesen el is maradtak. Meg kell azonban jegyezni, hogy kísérleteim közben nehányszor előfordult az eset, hogy a sértett gyökércsúcsok fölött rendszerint erősebben és sűrűbben fejlődött mellégyökereken olyankor is észleltem a gyökércsomók keletkezését, a mikor az erősebb, emezeket viselő gyökérgág csúcsa még sérült volt. Ez az észlelet azonban legkevesebbé sem mond ellen *Brunchorst* állításának és *Benecke*, ezt az állítást megerősítő kísérletének, mert a megsejtült gyökérgág mellékágainak (melyeken gyökércsomók keletkeztek) van annyi önállóságuk a tápláló anyag felvételében és a fejlődésben, hogy e tekintetben a sérült gyökérgág (melyből erednek), úgyszólván alig van rájuk hatással. *Benecke* ugyanis kísérletének eredményéből azt a figyelemreméltó következtetést vonja, hogy, ha a hüvelyesek gyökércsomóit *Brunchorst*tal, tartaléktáplálékok gyűjtő helyeinek tekintjük, a dolog természetéből következik, hogy az olyan gyökérgág, melynek arra kell a tápláló anyagokat felhasználnia, hogy ezekkel a rajta ejtett sebet behegessze s a hiányzó részeket kiegészítse, az ilyen gyökérgág nem halmozhat fel tartalék tápláló anyagokat mindaddig, míg saját normális alkotását nem szerzi vissza.

A gyökércsomók természete tehát egyelőre még, végérvényes bizonyítékok hiányában, eldöntetlen marad, habár az eddigi vizsgálatok szerint igen valószínű, hogy ezek a gyökércsomók normális képződések s époly gyűjtőhelyei a fehérjenemű tartaléktápláló szereknek, mint a különféle növények gumói, csak a tartalomrészek mások.

SCHILBERSZKY KÁROLY.

## 5.

**Glikogén a gombákban.** Rég ismeretes, hogy a legtöbb növényben meglevő keményítő a gombákból hiányzik. A keményítőnek bizonyos gombafajokban való előfordulását illető eddigi adatok tévesek.

\* Botan. Centralbl. XXXIII. k. 5. és 6. sz.

\*\* Botan. Centralbl. XXIX. k. 2. és 53. sz.

Tekintve a keményítőnek a növényekben való gyakoriságát s fontosságát, azt kelle gondolni, hogy a gombák anyagcseréjének terméke egészen más természetű. Ez azonban nincs úgy, mert Errera mikrochemiai és makrochemiai kísérleteinek hosszú sora azt bizonyítja, hogy sok gomba glikogént tartalmaz — ugyanazon anyagot tehát, mely az állatokban általában előfordul és a keményítővel közelről rokon. Ezek a gombák a legkülönbözőbb családokba tartoznak s ha Errera eredményeit összegezzük, kitűnik, hogy a roszdagombák (Uredineae) kivételével nincs egy nagyobb család sem, melyben a glikogén jelenléte kimutatható ne volna.

Érdekes az a hasonlatosság, mely a glikogén és a keményítő felhalmozódása, vándorlása és fogyása közt van.

Igen fiatal tömlős gombákban (Ascomycetes), pl. a *Peziza vesiculosa*-ban a glikogén az egész szövetben el van oszolva, a mennyiben a hyphákat és a pseudoparenchymát is teljesen betölti.

Mihelyt a hymenium (termő réteg) fejlődni kezd, felé áramlik a glikogén, később kizárólag a tömlőkben halmozódik fel, s a de Bary-féle epiplasmát képezi. A termés érésekor a glikogén ismét eltűnik; e helyett azonban a spórákban találunk tartalékanyagokat, különösen zsíryananyagokat. E jelenség hasonló a keményítő magtartáshoz; sok tekintetben emlékeztet pedig arra, a mit Claude Bernard a glikogénnek az állati embriófejlődésében való szerepéről írt.

Hasonló viszony van a penész- és hártagombákban (Mucorineae és Hymenomycetes). De sehol sem oly világos e tény, mint a *Phallus impudicus* nevű hasas gombánál (Gasteromycetes). Ismeretes, hogy ennek a tönkje néhány óra alatt tekintélyes hosszúságra nyúlik. A tönk eleinte glikogénnel úgyszólván meg van tömve, ellenben a megnyúlás után csak jelentéktelen nyomait lehet benne találni.

Kedvező táplálás alkalmával a közönséges sörélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) sejtei is — különösen ha növekedésük gátolva van, pl. szilárd talajon való tenyésztéskor — gyorsan megtelnek glikogénnel. E részben a Laurent E. végezte kísérletek azt bizonyítják, hogy glikogén képzésére sok szerves anyag szolgálhat.

A glikogén tehát a gombákban teljesen helyettesíti a többi növények keményítőjét, úgy mint az állatokban. A keményítő széndioxidból képződik, a gombák glikogénje ellenben — a mennyire ma nap tudjuk — mindig szerves szénvegyületekből, különösen más szervezetek bomlástermékei-

ből. De ez a különbség sem oly nagy, mint gondolnók, mert hiszen a széndioxid is, melyet a zöld sejt feldolgoz, jó részben a szervezeteknek lélekzés által való szétbomlásából ered. És vajjon a glikogénnek czukorból és glicerinnél való képződése nem synthesis-folyamat? — Ha nem is oly mértékben, mint a keményítőnek képződése a zöld növényekben, de ehhez mégis hasonló folyamat (Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. V. kötet, LXXXIV. l.)

M.—D. S.

## 6.

**Szerves savak képződése a növekedő növényrészekben.** Palladin kimutatta, hogy a növekedő szervekben lélekzés alatt a széndioxidnak az oxigénhez való viszonya mindig kisebb az egységénél, a miből következik, hogy a növekedő szervek lélekzésének eredménye a szerves savak felszaporodása, a mi a sejtek feszültségét (turgor) létesíti. Tudjuk, hogy lélekzéskor az oxigén nem a szénhidrátokra, hanem a fehérjékre hat s hogy ebből, mint a fehérje szétbomlásának terméke, az asparagin képződik. S a mint az utóbbi idők mikroszkópi vizsgálatai kiderítették, a sejtfal maga is a fehérje szétbomlásának termékeként fejlődik. E két tényből következtethető, hogy a növekedő növényrészekben — a hol a lélekzés és sejtfalképződés nagyfokú — asparaginnak kell meggyülni.

Abból a körülményből tehát, hogy aszéndioxid és oxigén közti viszony kisebb az egységénél, az következik, hogy a növekedő növényrészekben való sejtfalképzést erős oxigén-asszimiláció kíséri. Tudjuk továbbá, hogy rendes körülmények közt a fehérje a képződött asparaginból és az oda áramló szénhidrátokból momentán újraképződik. A fehérje újraképződését pedig erősen oxidált szerves vegyületek kísérik; s csakugyan, a növekedő növényrészekben mindig jönnek elő szerves savak. A szerves savak tehát a növekedő növényrészekben a fehérjék asparaginból és szénhidrátokból való újraképződésének melléktermékei. A növekedő szervek lélekzésekor keletkező víz nagyrészt szintén a fehérje asparaginból s szénhidrátokból való újraképződésének terméke.

A szerves savak képződéséről hasonlóan vélekedik Berthelot és André is. Azt hiszik, hogy a sóska (*Rumex acetosa*) leveleiben levő oxálsav a fehérjeanyagok első képződésekor a szénsav tökéletlen redukciójának terméke.

(Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. V. k. 325. l.)

M.—D. S.